Impianti di distribuzione dell'energia elettrica: criteri generali

FEDERAZIONE NAZIONALE
DELLE IMPRESE ELETTROTECNICHE
ED ELETTRONICHE

COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

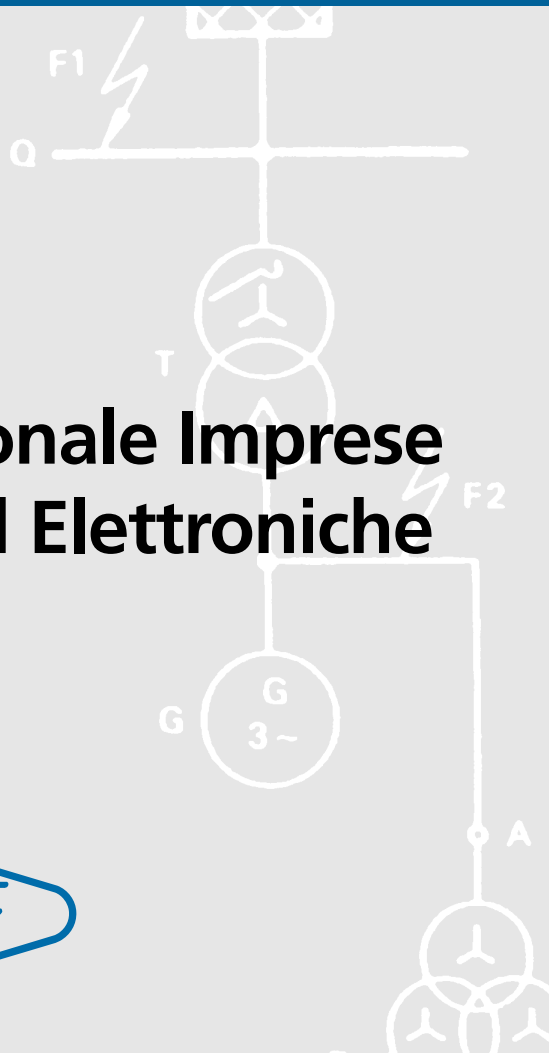
ASSOCIAZIONE
ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ITALIANA

ANIE
Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche

SEDE

ANIE

ANIE - Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche
Via Gattamelata, 34
20149 Milano
Tel. 02326421 – Fax 023264.212
E-mail: comunicazione@anie.it
www.anie.it
www.elettronet.it

PROFILO

ANIE

ANIE
Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche

Fondata nel 1945, la Federazione ANIE, aderente a Confindustria, rappresenta le imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

Con le 16 Associazioni che la compongono, ANIE riunisce comparti strategici che danno un importante contributo alla crescita del sistema-Paese e al suo successo sui mercati internazionali. Le Associazioni e la Federazione ANIE svolgono una intensa attività di tutela del mercato. Forniscono servizi e informazioni alle aziende associate. Mantengono i rapporti con enti e istituzioni a salvaguardia degli interessi del settore. Collaborano con prestigiosi organismi tecnici italiani e internazionali.

ANIE è membro fondatore di Orgalime, importante interlocutore dell'Unione Europea, che riunisce 25 Federazioni di 16 Paesi, con circa 100.000 imprese associate.

Con le sue attività, ANIE favorisce la crescita e la diffusione fra le aziende di una cultura d'impresa avanzata, fondata sui concetti di qualità, innovazione, orientamento al mercato e rispetto dell'ambiente.

In collaborazione con il Ministero del Commercio con l'Estero, ANIE ha recentemente realizzato **Elettronet.it** (www.elettronet.it) il primo portale verticale associativo, rivolto agli utenti professionali e ai consumatori, che si pone come fonte di riferimento informativa dell'industria elettrotecnica, elettronica, dell'illuminotecnica e dell'ICT italiane.

I Servizi della Federazione

La struttura di ANIE si articola nella Direzione Generale, nella Direzione Affari Internazionali, nella Direzione Rapporti Interni (che comprende il Servizio Legale ed il Servizio Rapporti con gli Associati) nelle segreterie delle Associazioni ed in 5 servizi centrali:

- ambiente
- tecnico normativo
- amministrazione e controllo
- studi economici
- comunicazione e immagine.

Un ufficio permanente a Bruxelles cura i contatti con le istituzioni e gli organismi europei.

Per ulteriori informazioni:

ANIE - Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche
Via Gattamelata, 34
20149 Milano
Tel. 02326421 - Fax 023264.212
E-mail: comunicazione@anie.it
www.anie.it
www.elettronet.it

Fanno capo ad ANIE due strutture operative: ANIE Promozione Srl, che offre servizi alle imprese di settore e Associazione INTEL, che opera con successo in campo fieristico.

ANIE Promozione Srl

Attraverso l'Area Marketing, ANIE Promozione fornisce agli associati e alle imprese del settore **elettronico e high-tech** servizi di:

- informazione economico-commerciale
- editoria professionale
- formazione
- consulenza operativa.

Migliorare le performance aziendali è infatti la mission di ANIE Promozione, che grazie alla consolidata esperienza e al supporto autorevole di ANIE - CONFINDUSTRIA, offre alle Aziende del settore **servizi mirati e strumenti personalizzati** che garantiscono:

- qualità
- competenza tecnica
- professionalità
- prezzi competitivi.

I **principali servizi** forniti sono:

- Servizio segnalazione gare d'appalto nazionali, comunitarie ed internazionali
- Directory delle imprese elettroniche e high-tech
- Corsi di formazione e training web
- Pubblicazioni economico-giuridiche Orgalime
- Rilevazioni statistiche di settore
- Manualistica tecnica
- Partnership con i principali gestori di telecomunicazioni, banche d'affari ed altri operatori qualificati del settore.

I servizi di **prossima attivazione**:

- la consulenza per l'ottenimento di agevolazioni comunitarie e nazionali
- l'assistenza per la predisposizione di documentazione e pratiche finalizzate alla partecipazione delle gare d'appalto
- la banca dati per la ricerca di personale qualificato del settore.

I servizi dei ANIE Promozione vengono erogati alle aziende associate a prezzi agevolati.

Per maggiori informazioni:

- Tel. 023264.334/237
- Fax 023264.212
- E-mail: areamarketing@anie.it
- http: www.aniepromo.it

Associazione INTEL

Creata nel 1978, Associazione INTEL organizza la partecipazione di aziende italiane alle principali mostre specializzate che si svolgono all'estero.

Associazione INTEL è la struttura che organizza e promuove due importanti manifestazioni biennali internazionali che si tengono a Fiera Milano:

- INTEL, la fiera di elettrotecnica, elettronica e illuminazione;
- SICUREZZA, la mostra di prodotti, servizi e sistemi integrati per la sicurezza e la building automation.

In alternanza con SICUREZZA si tiene alla Fiera del Levante di Bari, con il contributo di Associazione INTEL, la mostra SICUREZZA MEDITERRANEA.

Associazione INTEL organizza anche la partecipazione di aziende italiane alle principali mostre specializzate all'estero.

Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo Internet: www.intelshow.com, il sito realizzato da Associazione INTEL sul mondo dell'elettrotecnica, elettronica, illuminazione e sicurezza, collegato a Elettronet.it

BANCA DATI DIRECTORY IMPRESE ELETTRONICHE E HIGH-TECH ANIE

www.aniepromo.it/repertorioimprese/caratteristiche.htm

La Directory ANIE è un agile ed esaustivo servizio business to business, sulle Imprese italiane del settore elettronico ed high-tech - rappresentate dalla Federazione ANIE di Confindustria - rivolto agli operatori economici dei mercati nazionale ed internazionale.

Attraverso la banca dati on-line della Directory ANIE è possibile accedere ai siti di interesse e quindi direttamente ad un vero e proprio mercato virtuale delle imprese italiane dell'elettronica e high-tech.

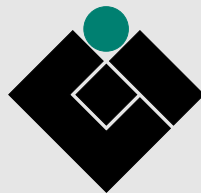
La Directory delle Imprese ANIE costituisce pertanto un utile strumento di lavoro che consente agli utenti professionali (progettisti, grandi committenti, grossisti, installatori, ecc.) di disporre della completa offerta di prodotti/servizi elettronici e high-tech e di contattare rapidamente potenziali clienti e fornitori.

ELETTRONET - PORTALE DELL'INDUSTRIA ELETTROTECNICA, ELETTRONICA, DELL'ILLUMINOTECNICA E ICT ITALIANE

www.elettronet.it

Elettronet.it è la fonte di riferimento per chi vuole reperire informazioni sui prodotti, sulle tecnologie, sui sistemi e sugli apparati elettrotecnici, elettronici, dell'illuminotecnica e dell'Information and Communication Technology (ICT), offerti dalle aziende del settore operanti in Italia.

Elettronet.it è nato grazie all'iniziativa di ANIE - Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche - e delle sue 16 Associazioni di settore, con il sostegno del Ministero del Commercio con l'Estero, che ha stipulato con ANIE il primo Accordo di Settore che ha come obiettivo la creazione e lo sviluppo di un portale verticale. Attualmente sul sito sono presenti i dati delle oltre 1000 aziende associate ad ANIE.

CEI
Comitato Elettrotecnico Italiano

SEDE

CEI

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
Via Saccardo, 9
20134 Milano
Tel. 0221006.1 – Fax 0221006.210
E-mail: cei@ceiuni.it
Internet: www.ceiuni.it
Webshop: www.ceiuni.it/webshop

PROFILO CEI

CEI
Comitato Elettrotecnico Italiano

Costituito nel 1909, il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano è l'ente con personalità giuridica formalmente riconosciuto dallo Stato Italiano e dalla Comunità Europea, incaricato della normazione e dell'unificazione dei settori elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni.

Il CEI è rappresentante italiano nei principali organismi di normazione e certificazione internazionali: IEC, CENELEC, IECQ, IECEE, CIGRE, AVERE ed ETSI.

Scopo del CEI è la promozione e la diffusione della sicurezza e della cultura tecnica attraverso attività normative e prenormative a livello nazionale ed internazionale che includono, oltre alla redazione delle norme e al recepimento delle Direttive Comunitarie, azioni di coordinamento, ricerca, sviluppo, comunicazione e informazione.

Le Norme tecniche pubblicate dal CEI stabiliscono i requisiti fondamentali che devono avere materiali, macchine, apparecchiature, processi, impianti e sistemi per rispondere alla regola della buona tecnica, definendo le caratteristiche, le condizioni di sicurezza, di affidabilità, di qualità ed i metodi di prova per garantire la loro rispondenza alla regola dell'arte prescritta dalle leggi italiane n. 186/68 e n. 46/90.

Il CEI pubblica i seguenti tipi di documenti tecnici:

- Documenti normativi di origine Nazionale (Norme CEI, Norme CEI Sperimentali, Guide CEI, Fogli di interpretazione, Varianti, Errata Corrige, Tabelle CEI-UNEL);
- Documenti normativi di origine Europea (Norme armonizzate, norme CEI EN, Norme Sperimentali CEI ENV, Norme CEI di recepimento di documenti HD, Norme CECC, Norme e altri documenti normativi ETSI, Regole Tecniche CTR);

- Documenti normativi di origine Internazionale (Norme CEI di recepimento di Norme IEC);
- Documenti CEI con supporto informatico (Norma CEI 64-8, Raccolte di Norme su CD ROM Electra Omnia, Documenti normativi in formato PDF tramite WebShop, ecc.);
- Documenti CEI non normativi (Commentari, Rapporti, Dizionari, Opere Editoriali).

Tutti i documenti CEI sono reperibili nei Punti Vendita e Consultazione CEI sul territorio nazionale e sul sito Internet del CEI, attraverso il CEI WebShop.

Per essere sempre aggiornati sulle attività istituzionali in corso e sullo stato di avanzamento delle Norme pubblicate dal CEI (Progetti in inchiesta pubblica, Norme nazionali ed europee ed altri documenti recepiti dal CEI) è possibile abbonarsi gratuitamente alla rivista del CEI: CEINFORMA.

Per ulteriori informazioni:
CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
Via Saccardo, 9
20134 Milano
Tel. 0221006.1 - Fax 0221006.210
E-mail: cei@ceiuni.it
Internet: www.ceiuni.it
Webshop: www.ceiuni.it/webshop

AEI
Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

PROFILO
AEI

AEI
Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

P.le R. Morandi, 2
20121 Milano
Tel. 02 777901 - Fax 02 798817
Internet: www.aei.it

AEI Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana inizia la propria attività nel 1897 ed è uno dei più antichi organismi culturali operante su base nazionale in ambito tecnico-scientifico. Ente Morale dal 1910, ha il patrocinio del Consiglio Nazionale delle Ricerche ed è posta sotto la tutela del Ministero dei Beni Culturali.

L'Associazione ha assunto negli anni un ruolo sempre più importante ponendosi come riferimento culturale per seguire lo sviluppo dei settori ICT ed elettrico. Attualmente conta circa settemila soci, individuali e collettivi.

Retta da un Presidente Generale e organizzata in 18 Sezioni aventi propria giurisdizione sulle zone territoriali ad esse assegnate e in 16 Gruppi Specialistici, AEI svolge varie attività per la diffusione e la promozione delle scienze elettriche a livello nazionale:

- promuove convegni nazionali ed internazionali, giornate di studio, tavole rotonde, visite tecniche;
- assegna premi e borse di studio;
- collabora con organizzazioni scientifiche e tecniche internazionali per l'armonizzazione di attività culturali

Dal 1907 ha aderito alla Commissione Elettrotecnica Internazionale (CEI-IEC), ha fondato nel 1909 il CEI Comitato Elettrotecnico Italiano, ente preposto all'emanazione di Norme in capo elettrotecnico ed elettronico ed è stata tra i soci fondatori dell'IMQ Istituto Italiano del Marchio di Qualità, il cui compito è la certificazione di conformità alle Norme di materiali ed apparecchiature elettriche.

L'Associazione aderisce alla Convenzione tra le Associazioni Elettrotecniche ed Elettroniche d'Europa (EUREL) di cui è stata una delle promotrici.

La sua testata ufficiale è il mensile AEI. Pubblica, inoltre, le riviste "L'Energia Elettrica", "ALTA FREQUENZA Rivista di Elettronica" e il bimestrale in lingua inglese "ETT European Transactions on Telecommunications.

Milano, 23 marzo 2001

Comitato editoriale
Antonio Alberici
Antonio Corrado
Daniel Kraus

Curatore editoriale
Daniele Fabrizi

Autori
Giampiero Bonardi
Giuseppe Bosisio
Bruno Camparada
Massimo Ghisu
Sergio Molinari
Luigi Muzzini
Pier Paolo Prencipe
Lorenzo Tedesco

Coordinamento
Pier Paolo Prencipe (coordinamento scientifico)
Fernanda A. Rossetti (coordinamento editoriale)

Comunicazione e immagine
Silvia Berri
Daniela Fioramonti

Comitato scientifico
Giuseppe Bosisio
Carlo D'Amici
Daniele Fabrizi
Lorenzo Gorlin
Luigi Muzzini
Franco Norello
Maurizio Passera
Andrea Perego
Pier Paolo Prencipe
Luigi Ricossa

Segreteria editoriale
Ilaria Bucchini

Progetto grafico copertina
Chiara Pozzi

Stampa
NATALI S.r.l. – Via Soperga, 44 – 20127 Milano

Realizzazione CD Rom
NEWS S.r.l. Design & Informatica – Via G. Castelli – 22010 Ossuccio (CO)

Editori
AEI Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana - P.le Morandi, 2 - 20121 Milano - http://www.aei.it
ANIE Promozione S.r.l. - Via Gattamelata, 34 - 20149 Milano - http://www.aniepromo.it – http://www.anie.it
CEI Comitato Elettrotecnico Italiano - Via Saccardo, 9 - 20134 Milano - http://www.cei.it

1ª Edizione - Milano, maggio 2001

ISBN 88-432-0012-7

Impianti di distribuzione dell'energia elettrica: criteri generali

INDICE

PREFAZIONE

È la prima volta che tre importanti Organizzazioni come l'AEI, l'ANIE e il CEI, e decidono di promuovere congiuntamente la preparazione e la diffusione di una collana editoriale e tale decisione non poteva che riguardare l'impiantistica elettrica che coinvolge migliaia di operatori aventi diversi livelli professionali.
Questa decisione è stata presa con lo scopo di contribuire alla crescita culturale e professionale degli operatori del settore, perché è tra gli obiettivi di tutte e tre le Organizzazioni quello di promuovere la cultura della sicurezza elettrica e contribuire alla formazione degli operatori del settore.
Sono passati oltre dieci anni da quando è stata emanata la Legge 46/90 sulla sicurezza degli impianti negli edifici, alla cui preparazione ed alla cui applicazione tutte e tre le Organizzazioni hanno contributo compiutamente nell'ambito delle loro funzioni istituzionali.
La legge 46/90 aveva generato tante aspettative: alcuni risultati sono stati ottenuti, altri non ancora, in particolare per quanto riguarda i controlli.
È quindi un momento particolare per il settore dell'impiantistica, anche alla luce delle nuove tecnologie che si stanno imponendo. Infatti, la normativa tecnica è in evoluzione e ha necessità di guide di applicazione.
Con questa opera le Organizzazioni promotrici dell'iniziativa vogliono aiutare in modo concreto ad operare nel rispetto della regola dell'arte e più in generale della buona tecnica.
Ogni Organizzazione promotrice dell'iniziativa ha fornito un suo specifico contributo di esperienza e di peculiarità:

- l'AEI ha profuso nei testi le conoscenze tecnico-scientifiche derivanti dai numerosi convegni, seminari e prodotti editoriali mediante i quali si sono potute confrontare le diverse esigenze degli operatori del composito settore dell'impiantistica;
- l'ANIE ha assicurato una concreta corrispondenza dei contenuti con l'utilizzo dei prodotti e la recente evoluzione della tecnologia;
- il CEI ha conferito all'opera una corretta interpretazione e applicazione delle Norme tecniche di settore.

La collana è il risultato di un lavoro di gruppo, in cui sono stati coinvolti diversi autori, scelti sulla base delle competenze in ordine agli specifici argomenti. È stato fatto anche un notevole lavoro di omogeneizzazione e di questo va ringraziato il Professor Daniele Fabrizi, coordinatore editoriale, che purtroppo da qualche mese ci ha lasciato. A lui va il nostro riconoscimento per l'impegno profuso e per la qualità del lavoro svolto. Un particolare ringraziamento va inoltre all'Ingegner Pierpaolo Prencipe, Responsabile della Segreteria Tecnica Centrale dell'ANIE.

È anche merito loro se l'opera ha potuto vedere la luce nella forma auspicata dagli editori: un testo di facile consultazione, esauriente, pratico e incisivo.

AEI - Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

ANIE - Federazione Nazionale delle Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

INTRODUZIONE

La tecnica degli impianti elettrici in generale e di quelli per gli edifici residenziali in particolare, è in continua evoluzione. Questo dà luogo ad una serie di norme tecniche e di disposizioni legislative, talvolta a seguito di Direttive Comunitarie, tra loro correlate.
Dopo l'emissione del Decreto del Presidente della Repubblica 547 del 1955 (ancora in vigore, sebbene superato in alcune parti) gli interventi che hanno più inciso sul cambiamento della situazione sono stati: dal punto di vista legislativo, la Legge 46/90 (essenzialmente rivolta ai problemi della sicurezza) e, dal punto di vista normativo, le quattro edizioni della Norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori.
Gli operatori del settore (installatori, progettisti, committenti, consulenti, collaudatori, verificatori) si sono sentiti più responsabilizzati, sebbene per la maggioranza non sia sempre facile la corretta interpretazione di norme e leggi.
Da qui deriva l'esigenza di approntare guide e manuali, che spieghino in modo chiaro la materia.
Il compito è particolarmente impegnativo anche perché il nostro Paese, per ragioni economiche e culturali, non ha dedicato in passato molta attenzione alla prevenzione degli infortuni ed a costruire una "cultura della sicurezza".
Gli stimoli al cambiamento sono venuti soprattutto dalle disposizioni sopra citate: in particolare dalla Legge 46/90, che ha fissato i principi di base della sicurezza. Ancora una volta il settore elettrico si è messo così all'avanguardia per proteggere gli utilizzatori dai pericoli connessi con l'elettrocuzione.
Per la prima volta i tre più importanti Enti del settore: l'AEI (Associazione Elettrotecnica Italiana), l'ANIE (Federazione Nazionale delle Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche) ed il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) hanno deciso di unire le loro forze per dare il proprio contributo di esperienza, realizzando una collana dedicata all'impiantistica generale.
Mentre il presente volume affronta tematiche generali dell'elettrotecnica, i successivi sono dedicati a trattare l'impiantistica relativa sia alla distribuzione dell'energia elettrica, sia alla distribuzione di segnali e dati, con riferimento ai vari ambienti impiantistici (residenziale, terziario ed industriale).
L'obiettivo che ci si è posti (tenendo presente quanto sopra esposto) è stato quello di fornire esaurienti indicazioni tecniche agli "addetti ai lavori", ma non solo.
Gli argomenti sono stati trattati da più autori, ciascuno particolarmente esperto nell'ambito tematico assegnato. Ciò ha richiesto un notevole lavoro di coordinamento, di revisione, di omogeneizzazione, largamente ricompensato dai risultati ottenuti.
I vari temi sono stati sviluppati in modo pratico ed esauriente (nei limiti imposti dalle esigenze editoriali) con continui riferimenti a norme e leggi; a tale riguardo i volumi saranno corredati di figure e tabelle, con lo scopo di richiamare l'attenzione del lettore, sottolineare l'importanza degli argomenti e facilitarne la comprensione.

In tal modo viene messo a disposizione del lettore un testo di facile consultazione, esauriente, pratico, incisivo. E' stata dedicata particolare cura ad alcuni argomenti, spesso trascurati in altre pubblicazioni simili, quali: normativa tecnico-legislativa (con un lungo elenco di norme e leggi); unità di misura; segni grafici; prescrizioni di regola d'arte e di sicurezza per l'esecuzione dei lavori; impianto elettrico di cantiere; verifiche e collaudi.
Benché il lavoro di revisione e di coordinamento del testo abbia comportato un notevole impegno da parte mia, è stato stimolante rivedere gli elaborati di validi esperti del settore e dare, dopo tanti anni di impegno nell'elettrotecnica un contributo spero valido.
Prima di concludere desidero ringraziare: l'Ingegner Corrado dell'AEI; il dottor Kraus dell'ANIE; l'Ingegner Alberici del CEI; i membri del Comitato organizzativo; i membri del Comitato di revisione; gli autori, e quanti hanno collaborato fattivamente alla riuscita di quest'opera.

Prof. Ing. Daniele Fabrizi
Dipartimento Ingegneria Elettrotecnica
Università degli Studi di Pavia

luglio 2000

CAPITOLO 1
UNITÀ DI MISURA

1. UNITÀ DI MISURA

1.1. GENERALITÀ, RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Il Sistema Internazionale di misura SI è obbligatorio in Europa

In Italia e nell'Unione Europea è in vigore il Sistema di unità di misura detto Internazionale, in sigla SI.
Gli altri sistemi di misura preesistenti sono stati dichiarati non validi, in quanto usano grandezze "non assolute", cioè soggette a variazioni di valore. Per esempio non è "assoluto" il "sistema tecnico" che adotta come unità fondamentale il kg-forza, in quanto il suo valore varia da luogo a luogo in funzione della accelerazione di gravità.
Questa è la corretta teoria; purtroppo, nella pratica (specie nei Paesi extraeuropei di lingua inglese) sono ancora in uso unità di misura quali: pollice, piede, yarda, libbra, cavallo-vapore, ecc.
Il sistema SI è attualmente conforme alle decisioni della XVII Conferenza Generale dei Pesi e Misure del 1983.
Il sistema SI, riportato nella Norma ISO 1000-81 e IEC 60027 è tradotto nelle norme italiane: CNR-UNI 10003 (Febbraio 1984) e CEI 24-1 (1997).
È in corso di elaborazione e di pubblicazione la nuova norma ISO 31 che, divisa in 13 parti, tratterà le unità di misura divise per i molteplici settori tecnico-scientifici; questa sostituirà l'attuale ISO 1000.

Il Sistema Internazionale di unità di misura SI è l'unico sistema utilizzabile in tutto il territorio dell'Unione Europea in quanto adottato con la Direttiva 80/181/CEE, pubblicata nel 1980.
Successivi emendamenti alla Direttiva consentono fino al 2010 anche l'utilizzo, in aggiunta, delle unità imperiali inglesi (pollici, galloni, ecc…).
Il sistema si basa su sette grandezze fondamentali e due supplementari.

1.2. GRANDEZZE FONDAMENTALI, SUPPLEMENTARI E DERIVATE

Le grandezze utilizzate nel SI sono riportate nelle tabelle e si dividono in fondamentali, supplementari e derivate.

Grandezze fondamentali

Tab. 1.2/1 Grandezze fondamentali, supplementari e relative unità

GRANDEZZA	NOME	SIMBOLO	NOTE
FONDAMENTALI			
Lunghezza	metro	m	
Massa	kilogrammo	kg	
Tempo	secondo	s	
Intensità di corrente elettrica	ampere	A	
Temperatura termodinamica	kelvin	K	
Quantità di sostanza	mole	mol	
Intensità luminosa	candela	cd	
SUPPLEMENTARI			
Angolo piano	radiante	rad	
Angolo solido	steradiante	sr	

Grandezze supplementari

Grandezze derivate

Tab. 1.2/2 Grandezze derivate di maggiore interesse per progettisti ed installatori elettrici

GRANDEZZA	NOME	SIMBOLO	NOTE
Frequenza	hertz	Hz	1 Hz = 1 s^{-1}
Forza	newton	N	1 N = 1 kg·m/s^2
Pressione	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m^2
Lavoro o Energia	joule *	J	1 J = 1 N·m
Potenza	watt	W	1 W = 1 J/s
Carica elettrica	coulomb	C	1 C = 1 A·s
Potenziale elettrico Differenza potenziale elettrico Tensione elettrica - Forza elettromotrice	volt	V	1V = 1 W/A
Capacità elettrica	farad	F	1 F = 1 C/V
Resistenza elettrica	ohm	Ω	1 Ω = 1 V/A
Conduttanza elettrica	siemens	S	1 S = 1 A/V
Flusso magnetico	weber	Wb	1 Wb=1 V·s
Induzione magnetica	tesla	T	1 T=1 Wb/m^2
Induttanza	henry	H	1 H=1 V·s/A
Flusso luminoso	lumen	lm	1 lm=1 cd·sr
illuminamento	lux	lx	1 lx=1 lm/m^2

* *Pronuncia raccomandata: jul*

1.3. MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DECIMALI

I multipli e sottomultipli decimali si ottengono anteponendo ai simboli delle unità di misura i seguenti prefissi:

Multipli e sottomultipli

Tab. 1.3/1 Multipli e sottomultipli decimali

Fattore di moltiplicazione	Prefisso	
	Nome	Simbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	kilo	k
10^{2}	etto	h
10^{1}	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	µ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Il simbolo di un prefisso, unito con il simbolo di una unità fondamentale, supplementare o derivata, forma il simbolo del multiplo o sottomultiplo di quella unità. Per esempio:

$$1\ \text{mm} = 10^{-3}\ \text{m}$$
$$1\ \text{kV} = 10^{3}\ \text{V}$$
$$1\ \text{mm}^3 = (10^{-3}\ \text{m})^3 = 10^{-9}\ \text{m}^3$$
$$1\ \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6}\ \text{s})^{-1} = 10^{6}\ \text{s}^{-1}$$

Non si devono usare prefissi composti. Per esempio:

3 nm e non 3 mµm
5 pF e non 5 µµF

1.4. Regole di scrittura

Molte regole non sono rispettate in Italia
Esempi:

a) I nomi di tutte le unità SI, dei loro multipli e sottomultipli sono *nomi comuni* e quindi devono avere l'*iniziale minuscola*.
Quindi si deve scrivere:

volt	e non	Volt
ampere	e non	Ampère
newton	e non	Newton

b) I nomi di tutte le unità SI sono invariabili al plurale eccetto: metro, kilogrammo, secondo, candela, mole, radiante, steradiante.

c) L'unità, se accompagna la relativa misura, è di regola espressa mediante il simbolo scritto:

- 10 in carattere dritto normale
- 10 non seguito dal punto
- 10 dopo il valore numerico della misura ed in linea con esso;

ERRATO	CORRETTO
m 10	10 m
10 m.	10 m
10m	10 m

d) L'unità se non accompagna la relativa misura, deve essere espressa con il suo nome e non con il simbolo:

ERRATO	CORRETTO
Il m è la lunghezza…	Il metro è lunghezza…
La corrente è espressa in A…	La corrente è espressa in ampere…

e) Il simbolo di multiplo o sottomultiplo precede il simbolo dell'unità senza interposizione di punto o spazio:

ERRATO	CORRETTO
k m	km
m A	mA

f) Il simbolo di una unità derivata, prodotto di due o più unità si scrive interponendo il punto di moltiplicazione o uno spazio tra i simboli delle unità singole.

Analogamente per le unità derivate, quoziente di altre, il simbolo si forma interponendo fra numeratore e denominatore un tratto obliquo o la riga di frazione o usando gli esponenti negativi:

ERRATO	CORRETTO
Nm	N m o N · m
m : s²	m/s² o $\frac{m}{s^2}$ o m·s⁻²

g) Elenchiamo infine alcuni degli errori più comuni da evitare nell'utilizzo di unità di misura e prefissi:

	ERRATO	CORRETTO
grado kelvin:	°K	K
moltiplicatore 10^3:	K	k
	Watt	watt
	Volt	volt

Esempi:

CAPITOLO 2

SEGNI GRAFICI

2. SEGNI GRAFICI

2.1. GENERALITÀ

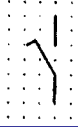
Segni grafici codificati dal Comitato Tecnico 3 IEC e recepiti da CEI

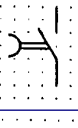
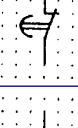
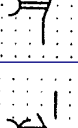
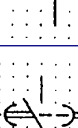
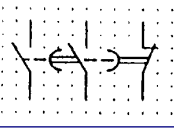
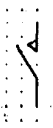
I segni grafici da utilizzare in elettrotecnica sono codificati dal Comitato Tecnico 3 dell'IEC ed adottati dal CENELEC e dal CEI.
Esiste una vasta raccolta di segni raggruppati per scopi specifici che risolvono la stragrande maggioranza delle necessità impiantistiche.
In alcuni casi particolari (apparecchiature di recente concezione o di utilizzo non esteso) non è possibile individuare simboli adeguati; in tali casi possono essere creati nuovi simboli il cui significato deve però essere spiegato in una legenda allegata al disegno nel quale sono utilizzati. I "simboli di maggiore interesse", alcuni dei quali sono qui di seguito riprodotti, sono elencati nelle pubblicazioni:

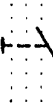
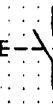
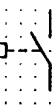
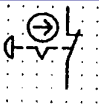
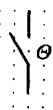
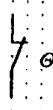
- CEI EN 60617-3 (CEI 3-15): Conduttori e dispositivi di connessione
- CEI EN 60617-7 (CEI 3-19): Apparecchiature e disposi comando e protezione
- CEI EN 60617-8 (CEI 3-20): Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione
- CEI EN 60617-11 (CEI 3-23): Schemi e piani di installazione architettonici e topografici

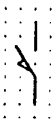
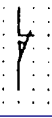
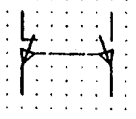
Nei singoli volumi della collana sono evidenziati di volta in volta gli specifici simboli di maggior interesse.
I segni grafici distintivi Tab. 2.2/1 vengono aggiunti singolarmente o in combinazione ai simboli elementari dei contatti riportati di seguito, per descrivere i vari tipi di apparecchi di manovra e di comando.

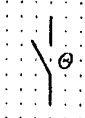
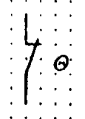
2.2. SIMBOLI

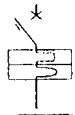
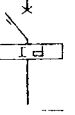
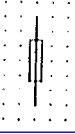
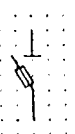
Tab. 2.2/1 Segni grafici distintivi (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Funzione di contattore
	Funzione di interruttore di potenza
	Funzione di sezionatore
	Funzione di interruttore di manovra – sezionatore
	Funzione di apertura automatica provocata da un relè o da uno sganciatore incorporato
	Funzione di ritorno automatico (ad esempio provocata da una molla)
	Funzione di ritorno non automatico o di posizione mantenuta

Tab. 2.2/2 Contatti a due o tre posizioni (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura. Un piccolo cerchio annerito o no può essere aggiunto nel punto di articolazione per migliorare la comprensibilità del simbolo. L'attuazione del contatto è convenzionalmente un movimento in senso orario
	Contatto di apertura
	Contatto di scambio
	Contatto a due vie, con posizione centrale di apertura

Tab. 2.2/3 Contatti a funzionamento anticipato e ritardato

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura anticipato
	Contatto di chiusura ritardato
	Contatto di apertura ritardato
	Contatto di apertura anticipato

Tab. 2.2/4 Contatti a ritardo intenzionale

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura, ritardato alla chiusura
	Contatto di chiusura, ritardato all'apertura
	Contatto di apertura, ritardato alla chiusura
	Contatto di apertura, ritardato all'apertura
	Contatto di chiusura, ritardato sia all'apertura che alla chiusura
	Esempio: Insieme di contatti con un contatto di chiusura non ritardato, un contatto di chiusura ritardato all'apertura, e un contatto di apertura ritardato all'apertura.

Tab. 2.2/5 Contatti a ritorno automatico e a posizione mantenuta

Segno grafico	Descrizione
	Contatto in chiusura a ritorno automatico
	Contatto in chiusura a posizione mantenuta
	Contatto a due vie e tre posizioni con posizione centrale di interruzione, a ritorno automatico per la posizione di sinistra e a posizione mantenuta per la posizione di destra

Tab. 2.2/6 Ausiliari di comando unipolari (CEI 3-19)

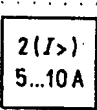
Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura con comando manuale
	Contatto di chiusura, con comando a pulsante e ritorno automatico
	Contatto di chiusura con comando a tirante e ritorno automatico
	Contatto di apertura con comando di arresto di emergenza
	Contatto in chiusura sensibile alla temperatura. Può essere utilizzato per indicare un termostato
	Contatto di apertura, sensibile alla temperatura

Tab. 2.2/7 Ausiliari di posizione (CEI 3-19)

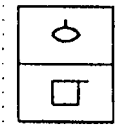
Segno grafico	Descrizione
	Contatto di posizione di chiusura (fine corsa)
	Contatto di posizione di apertura (fine corsa)
	Contatto di posizione (fine corsa) a due circuiti separati, azionato nei due sensi

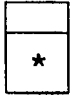
Tab. 2.2/8 Contatti funzionanti per effetto della temperatura (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
Θ	Contatto di chiusura, sensibile alla temperatura (il simbolo **Θ** può essere sostituito dal valore della temperatura di funzionamento) Il simbolo è utilizzabile per termostati
Θ	Contatto di apertura, sensibile alla temperatura

Tab. 2.2/9 Apparecchi di manovra e comando (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Interruttore di apertura automatica determinata da un relè o sganciatore incorporato non meglio specificato
	Interruttore automatico magnetotermico (simbolo non unificato)
	Interruttore automatico differenziale (simbolo non unificato)
	Interruttore automatico di potenza
	Interruttore automatico sezionatore
	Fusibile
	Interruttore di manovra con fusibile incorporato
	Sezionatore con fusibile incorporato

Tab. 2.2/10 Avviatori motori (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Avviatore per motore
	Avviatore diretto mediante contattore (a piena tensione) per due sensi di marcia
	Avviatore stella-triangolo

Tab. 2.2/11 Dispositivi di comando (CEI 3-19)

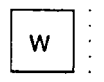
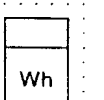
Segno grafico	Descrizione
	Bobina di un relé
	Dispositivo di comando di un relé termico

Tab. 2.2/12 Esempi di relé di misura (CEI 3-19)

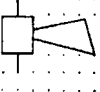
Segno grafico	Descrizione
U=0	Relé a mancanza di tensione
I >	Relé di massima corrente ad azione ritardata
2(I>) 5...10 A	Relé di massima corrente con due elementi di corrente con campo di aggiustamento da 5A a 10A.

Tab. 2.2/13 Dispositivi vari (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Relé Buchholz (a sviluppo di gas)
	Dispositivo di richiusura automatica

Tab. 2.2/14 Strumenti di misura e dispositivi di segnalazione

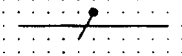
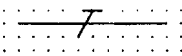
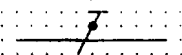
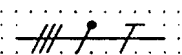
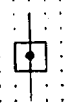
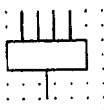
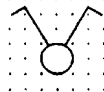
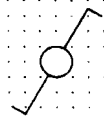
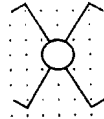
Segno grafico	Descrizione
*	Strumento indicatore[1]
*	Strumento registratore[1]
*	Strumento integratore: (ad esempio contatore d'energia elettrica)[1]

1. L'asterisco * rappresentato all'interno del simbolo grafico deve essere sostituito da:
   - simbolo letterale della UNITÀ della grandezza misurata es. V= volt, mA= milliampere
   - o del simbolo grafico della GRANDEZZA misurata es.: cos φ

Tab. 2.2/15 Esempi di strumenti indicatori (CEI 3-20)

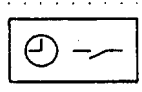
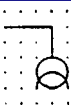
Segno grafico	Descrizione
V	Voltmetro
W P_{max}	Indicatore di massima potenza attiva comandato da un contatore d'energia
cos φ	Cosfimetro Indicatore del fattore di potenza
Hz	Frequenzimetro
	Oscilloscopio
	Galvanometro
Θ	Termometro o pirometro

Tab. 2.2/16 Esempi di strumenti registratori (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
W	Wattmetro registratore
Θ	Registratore di temperatura

Tab. 2.2/17 Esempi di strumenti integratori (Contatori) (CEI 3-20)

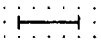
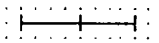
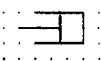
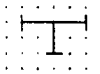
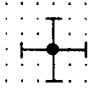
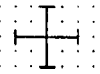
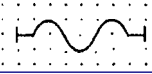
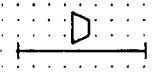
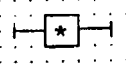
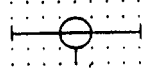
Segno grafico	Descrizione
Wh	Contatore di energia attiva Wattometro

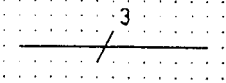
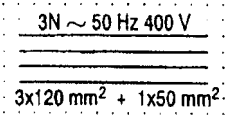
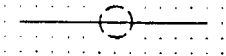
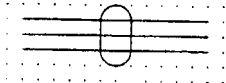
Tab. 2.2/18 Lampade e dispositivi di segnalazione (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
	Lampada o lampada di segnalazione
	Lampada di segnalazione lampeggiante
	Tromba elettrica
	Suoneria, campanello
	Sirena
	Ronzatore

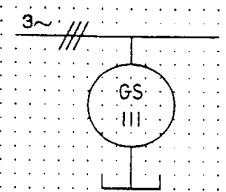
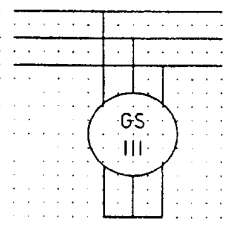
Tab. 2.2/19 Linee (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Linea sotterranea
	Linea aerea
	Linea in canalizzazione
	Tubo protettivo incassato (simbolo non unificato)

Tab. 2.2/20 Indicazione di conduttori (CEI 3-23)

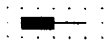
Segno grafico	Descrizione
	Conduttore
	Conduttore di protezione
	Conduttore di neutro avente anche funzione di conduttore di protezione
	Conduttore trifase con conduttore di neutro e conduttore di protezione
	Scatola, segno grafico generale
	Scatola o cassetta di connessione o di derivazione
	Cassetta di allacciamento d'utente (Il segno è rappresentato con la conduttura)
	Quadro di distribuzione (Il segno è rappresentato con cinque condutture)
	Commutatore unipolare
	Deviatore unipolare
	Invertitore
	Variatore d'intensità luminosa (Dimmer)
	Interruttore unipolare a tirante

Tab. 2.2/20 *Continua*

Segno grafico	Descrizione
	Pulsante
	Pulsante luminoso
	Pulsante protetto dal funzionamento accidentale, con coperchio in vetro da rompere
	Temporizzatore (Timer)
	Interruttore orario (Programmatore)
	Punto luce Il segno è rappresentato al termine della conduttura
	Punto luce a parete Il segno è rappresentato con la conduttura proveniente da sinistra
	Lampada
	Apparecchio d'illuminazione ad un tubo fluorescente
	Apparecchio d'illuminazione a tre tubi fluorescenti
5	Esempio di apparecchio d'illuminazione a cinque tubi fluorescenti
	Proiettore

Tab. 2.2/21 Segni per l'installazione architettonica: Prese a spina (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Presa - Segno grafico generale
oppure	Presa multipla Il segno è rappresentato con tre uscite
	Presa con contatto per conduttore di protezione
	Presa con schermo interno
	Presa con interruttore unipolare
	Presa con interrutore unipolare interbloccato
	Presa con trasformatore d'isolamento. Presa rasoio
	Presa per telecomunicazione Il simbolo può essere completato da sigle IEC/ISO quali: TP = Telefono, FX = Fax, M = Microfono, = Altoparlante, FM = Modulazione di frequenza, TV = Televisione.

Tab. 2.2/22 Segni per l'installazione architettonica: Interruttori (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Interruttore
	Interruttore con lampadina
	Interruttore unipolare a tempo di chiusura limitato
	Interruttore bipolare
	Proiettore a fascia stretta
	Proiettore a fascia larga
	Apparecchio di illuminazione di sicurezza su circuito speciale
	Apparecchio autonomo di illuminazione di sicurezza (blocco con alimentatore e batteria)
	Scaldaacqua. Il simbolo è rappresentato al termine di una conduttura elettrica
	Ventilatore. Il simbolo è rappresentato al termine di una conduttura elettrica
	Serratura elettrica
	Interfono, citofono

Tab. 2.2/23 Canalizzazioni prefabbricate

Segno grafico	Descrizione
	Elemento dritto di canale prefabbricato
	Esempio: due elementi dritti di canale assemblati
	Chiusura d'estremità
	Gomito
	Connessione a T
	Connessione a quattro vie
	Incrocio di due canalizzazioni senza connessione
	Elemento flessibile
	Elemento di riduzione
	Elemento con scatola per apparecchiature. L'asterisco deve essere sostituito dalla designazione
	Elemento diritto con derivazione fissa (verso il basso)

Tab. 2.2/24 Conduttori e dispositivi di connessione (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
oppure 3	Esempio: 3 conduttori
3N ~ 50 Hz 400 V 3x120 mm² + 1x50 mm²	Esempio: Circuito trifase 50 Hz 400 V tre conduttori da 120 mm², con neutro da 50 mm² 3N può essere sostituito da 3+N
	Conduttore schermato
	Conduttori in cavo, esempio di 3 conduttori

Tab. 2.2/25 Derivazioni, morsetti, collegamenti (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
	Derivazione - Punto di connessione
	Morsetto
	Connessione a T
	Doppia connessione di conduttori
3~ GS III	Alternatore trifase
GS III	Alternatore trifase sincrono in rappresentazione multifilare

Tab. 2.2/26 Dispositivi di connessione (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
	Presa
	Spina
	Presa a spina
3	Presa a spina tripolare in rappresentazione unifilare

Tab. 2.2/27 Segni grafici di terra

Segno grafico	Descrizione
	Terra Segno generale (E)
	Terra senza rumore (TE)
	Terra di protezione
	Equipotenzialità
Mg	Anodo di protezione, ad es. al magnesio

Capitolo 3
Schemi

3. Schemi

3.1. Generalità

Nell'ambito dell'attività impiantistica e della sua documentazione, lo schema ha una funzione essenziale, quale strumento destinato alla rappresentazione dei diversi collegamenti che consentono ai componenti elettrici di operare.
Esistono diversi tipi di schema, a seconda delle finalità che il progettista si pone; nel seguito viene fornita una panoramica.

Lo *schema elettrico* è la rappresentazione grafica realizzata mediante l'uso di segni grafici, con blocchi di identificazione ed annotazioni riferite ai componenti di un impianto.
Oltre che per la realizzazione dell'impianto stesso, lo schema viene utilizzato in fase di esecuzione, manutenzione e di prova, per cui deve essere completo di tutte le nozioni ed informazioni necessarie allo scopo.

La rappresentazione di un circuito può essere di tipo:

Schema elettrico:
- unifilare - multifilare

- *unifilare*: due o più conduttori vengono rappresentati da una sola linea, e i segni grafici forniscono l'indicazione del numero di conduttori presenti in ogni linea e delle loro connessioni (fig. 3.1/1-(a));
- *multifilare*: è la vera rappresentazione completa di un circuito elettrico (fig. 3.1/1-(b)).

Nell'ambito dei circuiti costitutivi l'apparecchiatura o l'impianto, si possono inoltre distinguere:

Circuiti di potenza
ausiliari

- *circuiti di potenza*: circuiti il cui compito è alimentare gli organi di potenza (fig. 3.1/2 (a) e (b));
- *circuiti ausiliari*: circuiti che alimentano bobine di comando (contattori, relé, ecc.) e che servono a provocare manovre e/o segnalazioni (fig. 3.1/3).

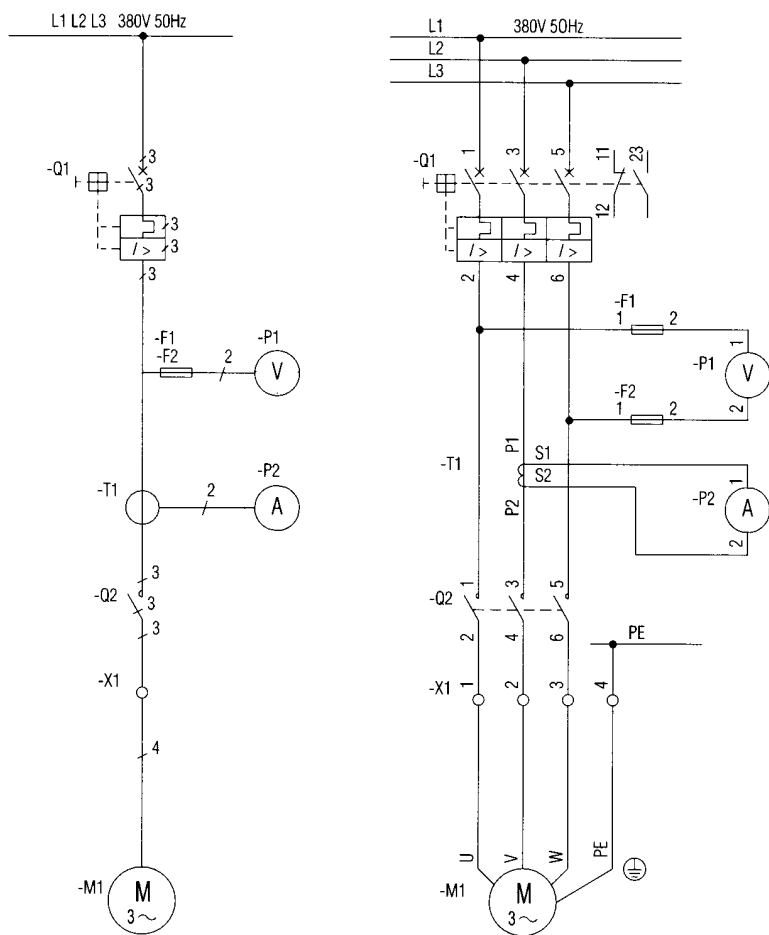



Fig. 3.1/1 Rappresentazione grafica di un circuito unifilare (a) e trifilare (b) per l'alimentazione di un motore

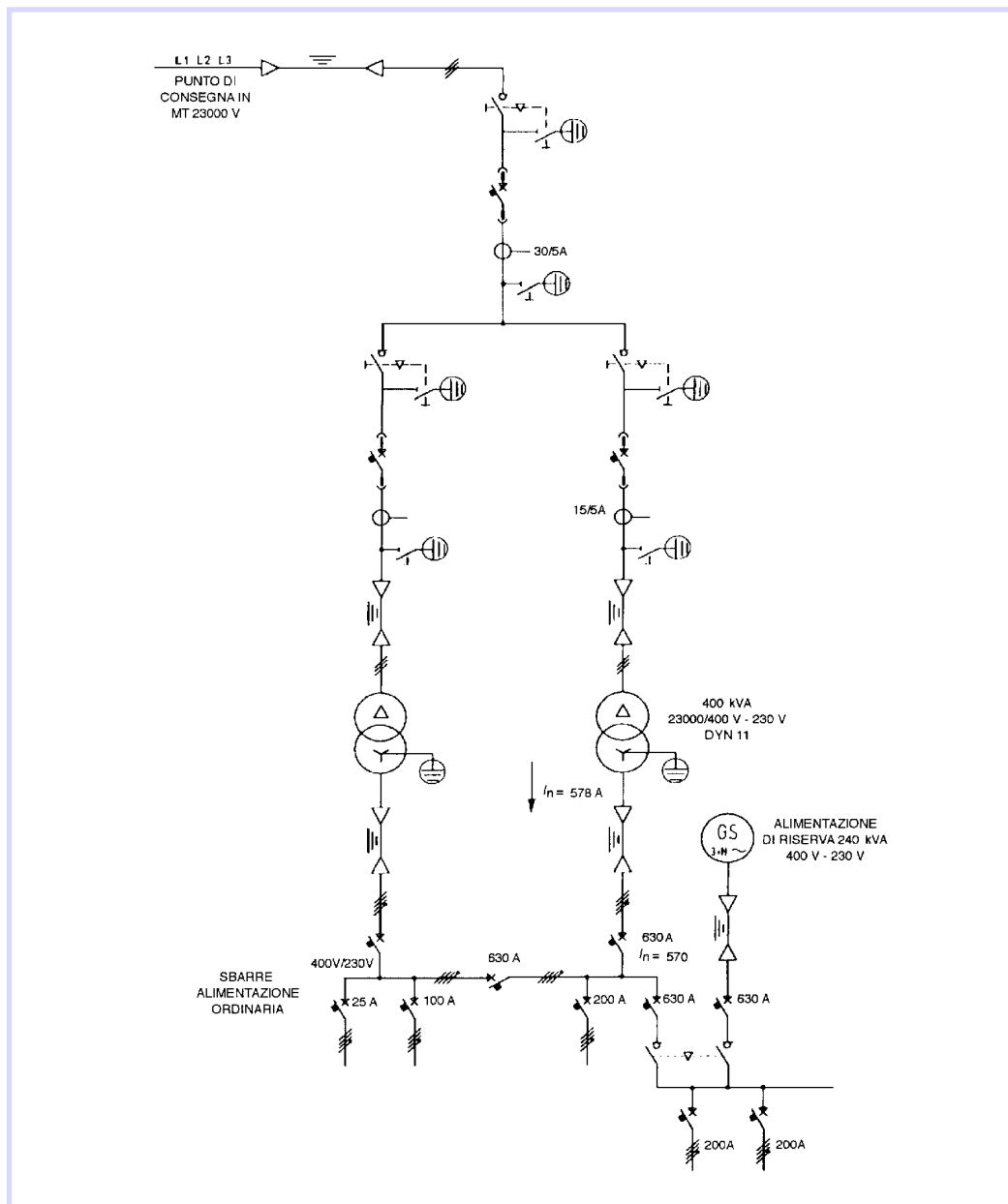



Fig. 3.1/2(a) Circuito di potenza unifilare: cabina di trasformazione

CIRCUITO E/O UTENZA		INTERRUTTORE GENERALE	UTENZA A	INTERR. GEN. UTENZE B,C,D	UTENZA B	UTENZA C	UTENZA D	UTENZA E	ALIMENTAZIONE TRASFORMATORE	TRASFORMATORE AUSILIARI		
NUMERO CIRCUITO		00	01	02	05	06	07	03	04	08		
INTERRUTTORE	TIPO E COSTR.	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE	MODULARE		
	In (A)	40	20	20	10	10	10	10				
	POTERE C.C. (kA)	6	6	6	6	6	6	6				
	Idn (A)	0,03										
FUSIBILE	TIPO BASE								gG / 10,3x38			
	In (A)								2			
TRASFORMATORE	RAPPORTO TRASF.									230/24		
	POTENZA (VA)									63		
ACCESSORI	TIPO E COSTR.											
	DESCRIZIONE											
MORSETTI	NUMERAZIONE											
	SEZIONE (mm²)											

Ditta	nome quadro elettrico	matricola o tipo	data consegna	
BIANCHI MARIO & C. s.n.c.	E01	E01/315	20/10/1995	Pagina 01 di 02

Fig. 3.1/2(b) Schema unifilare di un quadro elettrico

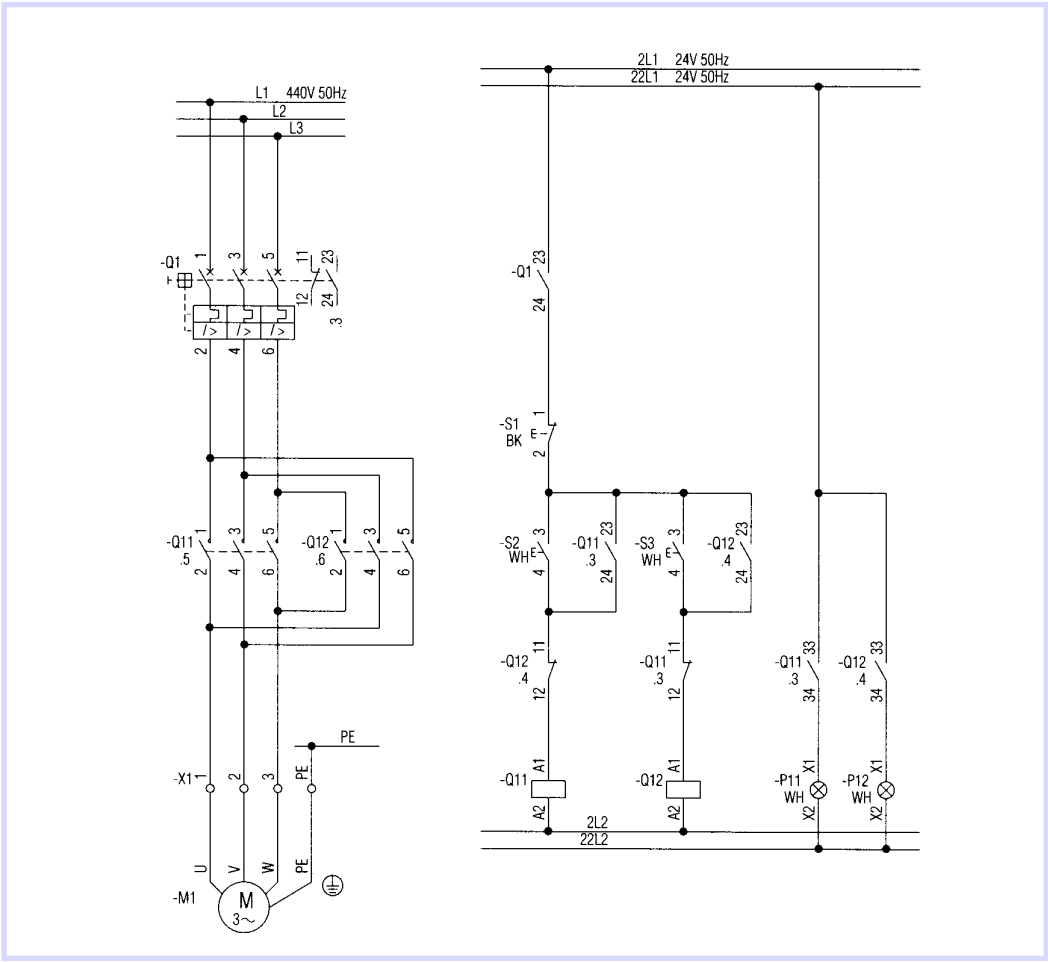



Fig. 3.1/3 Schema di circuito trifilare e funzionale

Tipologie di schemi

3.2 TIPI DI SCHEMI

Esistono inoltre le seguenti tipologie di schema:

- *schema funzionale*: schemi dove sono facilmente riconoscibili le correlazioni funzionali esistenti tra i segni grafici, i componenti ed i collegamenti posti nello schema. Tutti questi inoltre sono disposti secondo la sequenza delle operazioni previste (fig. 3.2/1);
- *schema di sistema*: schemi semplici, di tipo unifilare, che presentano un sistema, e gli eventuali sottosistemi che lo compongono e le loro caratteristiche. Per mezzo di segni grafici, se occorre anche non elettrici, lo schema deve rappresentare in modo conciso ma completo il progetto di un sistema (fig. 3.2/2);
- *schema a blocchi*: mostrano in modo semplice, mediante segni grafici a blocchi o figure elementari, i principi di funzionamento di un impianto elettrico o di una sua parte, senza che sia indispensabile evidenziare tutti i possibili collegamenti presenti (fig. 3.2/3);
- *schema dei circuiti*: è lo schema elettrico che mostra in dettaglio il funzionamento di un impianto o di un'apparecchiatura così come viene realizzata, senza che sia necessario tenere conto delle reali dimensioni o dell'effettiva posizione dei componenti. Le macchine e i componenti elettrici vengono rappresentate nelle normali condizioni di avvio (fig.3.2/2);
- *schema topografico*: schema che indica l'ubicazione degli apparecchi e dei conduttori (fig. 3.2/4).

01 CARICO MATERIALE

-B1
materiale caricato
"inizio ciclo"

02 -M1
DISCESA PUNZONE SUP.

-B12
fine compressione

03 -M1
RISALITA PUNZONE SUP

-B11
punzone superiore
posizione alta

04 -M2
DISCESA MATRICE

-B22
matrice
posizione fissa

05 -M3
EVACUAZIONE PEZZO

-B1
evacuazione pezzo
finita

06 -M3 -M2
RISALITA MATRICE

-B3 -B21
matrice alta
fine ciclo

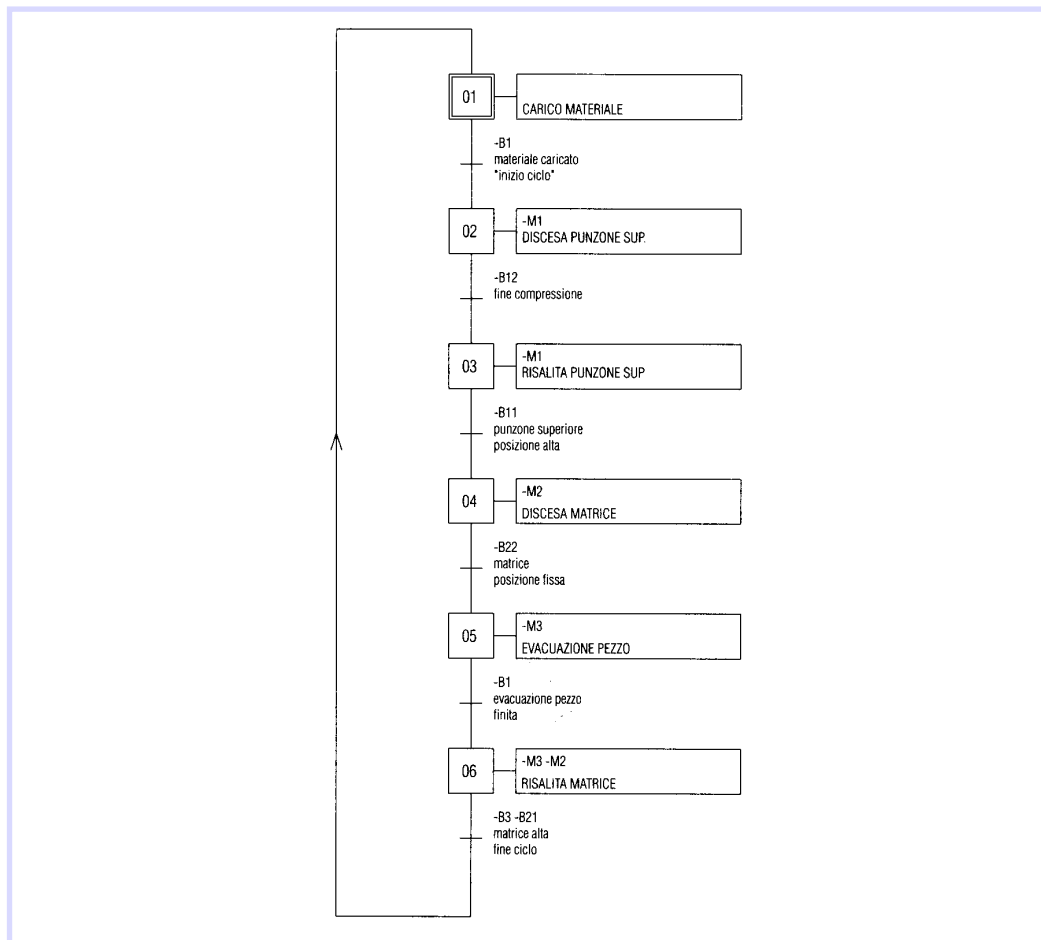



Fig. 3.2/1 Diagramma funzionale di lavoro di una pressa automatica

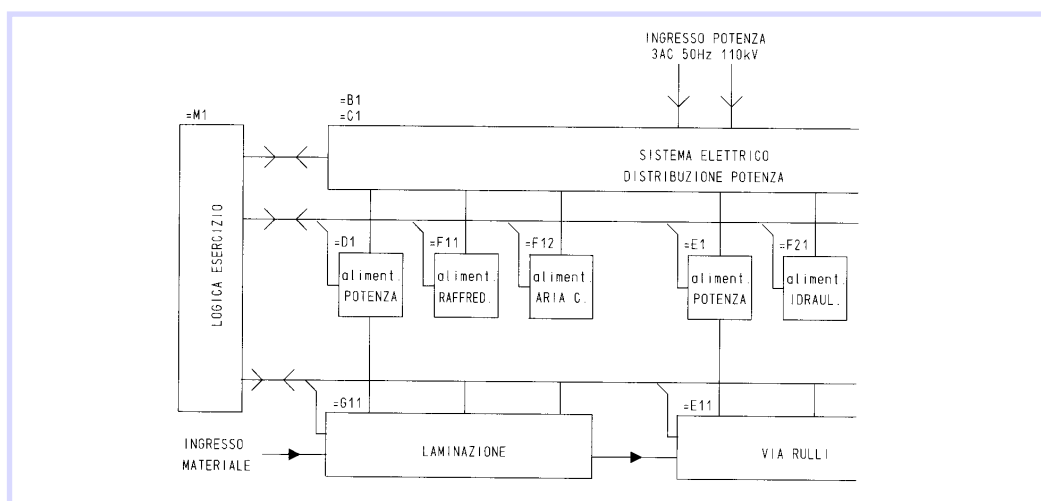



Fig. 3.2/2 Schema di sistema

Fig. 3.2/3 Esempi di schemi a blocchi

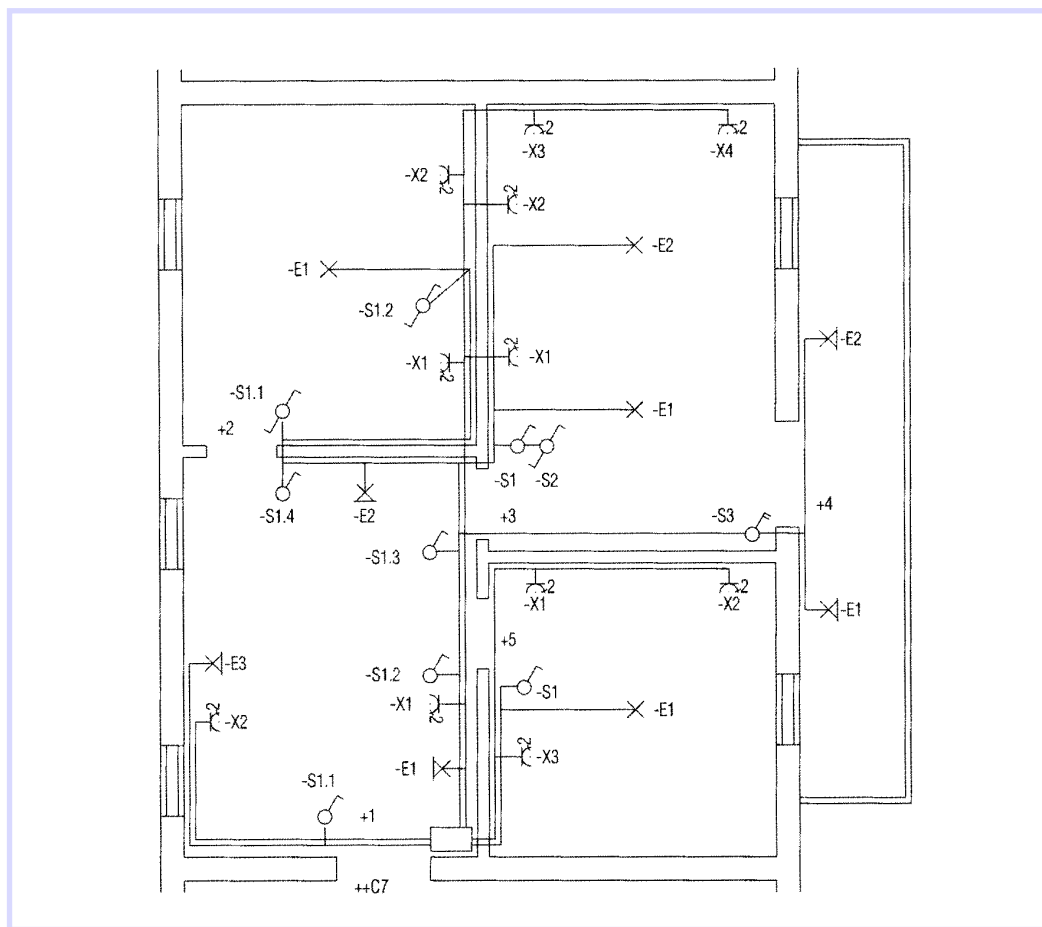



Fig. 3.2/4 Schema elettrico topografico dell’impianto elettrico in locali di un edificio

CAPITOLO 4

PRINCIPI DI ELETTROTECNICA

4. PRINCIPI DI ELETTROTECNICA

Le principali formule

Nel seguito vengono forniti alcuni concetti di elettrotecnica di ordine generale; aspetti più specifici quali il rifasamento, il dimensionamento dei conduttori ed altro, saranno trattati nei volumi della collana che affrontano i vari aspetti impiantistici.

4.1. CONCETTI E FORMULE

a - Corrente continua (c.c.) e corrente alternata (c.a.)

Gli impianti elettrici sono alimentati in corrente continua (che può essere anche ondulata) o in corrente alternata.
La Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua" alla nota dell'art. 411.1.4.3 indica che una grandezza continua (c.c.), è ritenuta convenzionalmente non ondulata quando:

- l'ondulazione sinusoidale non è superiore al 10% in valore efficace,

  oppure

- l'ondulazione non sinusoidale presenta un valore massimo di picco non superiore a 140 V per un sistema in c.c. con tensione nominale di 120 V, o analogamente 70 V per un sistema in c.c. con tensione nominale di 60 V.

Corrente continua: ondulazione non superiore al 10%. Corrente alternata: variazione nei due sensi da zero ad un valore massimo

La corrente continua è caratterizzata da un solo senso di percorrenza, dal morsetto del generatore (convenzionalmente definito polo positivo +) al polo negativo (-). Essa è pertanto unidirezionale.
La corrente alternata è caratterizzata da un'inversione periodica del senso di percorrenza: il valore varia da zero ad un valore massimo nei due sensi, per tornare poi nuovamente a zero compiendo un'oscillazione completa.
L'intervallo di tempo T è definito periodo e rappresenta il tempo necessario affinché la grandezza periodica compia un'oscillazione completa; esso è misurato in secondi. Un secondo conterrà un certo numero di periodi, questo numero rappresenta la frequenza

della grandezza periodica. La frequenza nel SI (sistema internazionale di unità) viene indicata con la lettera f e misurata in Hz. La frequenza risulta legata al periodo della grandezza periodica della relazione:

$$f = \frac{1}{T}$$

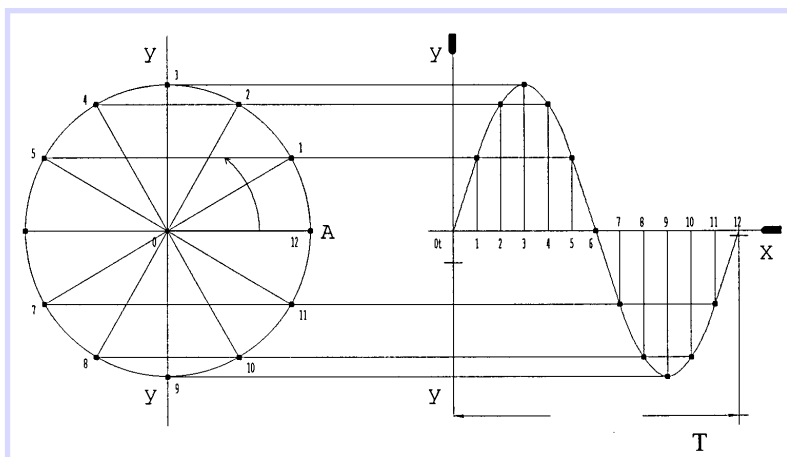



Fig. 4.1/1 Rappresentazione vettoriale di una grandezza alternata

L'energia elettrica: caratteristiche

L'energia elettrica in Europa e in molti altri Paesi è prodotta e distribuita a 50 Hz, in altri per esempio USA, Giappone, Brasile è a 60 Hz.

Frequenza: in Italia e in molti altri Paesi è 50 Hz

In Italia la frequenza usata per la corrente alternata vale 50 Hz; il periodo di una oscillazione vale dunque 0,02s.
La circolazione della corrente elettrica determina fenomeni resistivi come più avanti descritto.

b - Legge di Ohm

Scoperta dal fisico tedesco Georg Ohm nel 1829, è la legge fondamentale dell'elettrotecnica

$$V = R \cdot I$$

dove:
V - tensione, in volt (V)
R - resistenza, in ohm (Ω)
I - corrente, in ampere (A)

$$I = \frac{V}{R} \qquad R = \frac{V}{I}$$

c - Potenza

Potenza in c.c. e in c.a. (monofase, trifase)

corrente continua

$$P = V \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \frac{P}{I}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{P}{I^2} = \frac{V^2}{P}$$

corrente alternata monofase

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$V = \frac{P}{I \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

$$Q = V \cdot I \cdot \text{sen } \varphi$$

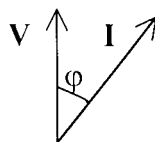
$$A = V \cdot I$$

corrente alternata trifase

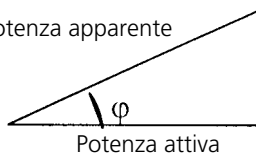
$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{sen } \varphi$$

$$A = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Potenza:
- attiva
- reattiva
- apparente

dove:

V - tensione, in volt (V)
R - resistenza, in ohm (Ω)
I - corrente, in ampere (A)
P - potenza attiva, in watt (W)
Q - potenza reattiva, in voltampere reattivo (VAr)
A - potenza apparente, voltampere (VA)
$\cos \varphi$ - fattore di potenza (coseno dell'angolo tra il vettore tensione e il vettore corrente)

$\sqrt{3} = 1,73$ - coefficiente per i circuiti trifasi in corrente alternata trifase

Si riportano i coefficienti di trasformazione tra CV (cavalli vapore) grandezza non più utilizzabile (vedi cap. 1) e kW.

1 kW = 1,36 CV
1 kWh = 1,36 CVh
CV = 0,736 kW

4.2. PRINCIPALI PARAMETRI

Parametri dei circuiti: Resistenza

a - resistenza di una conduttura

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

dove:

R - resistenza (Ω)

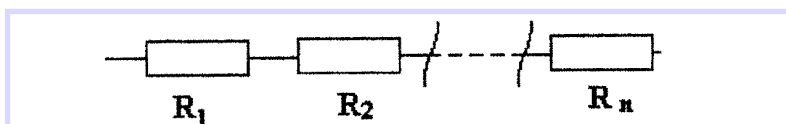
ρ - resistività ($\Omega \frac{mm^2}{m}$): per il rame alla temperatura di 20 °C

vale 0,018 $\Omega \frac{mm^2}{m}$.

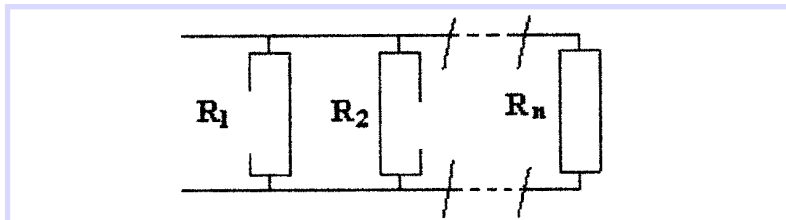
l - lunghezza del conduttore (m)

S - sezione del conduttore (mm^2)

- Resistenze in serie

La resistenza totale R_T di un circuito con più resistenze in serie è data dalla loro somma:

$R_T = R_1+R_2+\ldots+R_n$

- Resistenze in parallelo

La resistenza di un circuito con più resistenze in parallelo è data da:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\ldots+\frac{1}{R_n}}$$

La potenza dissipata in calore da una resistenza percorsa da corrente è data da:

$P = R \cdot I^2$

- Reattanza induttiva

b - Reattanza induttiva

L'induttanza L (autoinduttanza) di un circuito (percorso da una corrente i) consente la conoscenza del flusso con esso concatenato:

$Ø = L \cdot i$

dove:

Ø - flusso concatenato, in weber (Wb)
L - induttanza, in (henry) H
i - corrente (valore istantaneo), in ampere (A)

L'induttanza provoca una caduta di tensione nel circuito

$$\Delta V = \omega \cdot L \cdot I$$

dove:

ΔV- caduta di tensione, in volt (V)
ω - pulsazione = 2 π f in radianti al secondo (rad/s)
I - corrente, in ampere (A)

La reattanza induttiva è data da:

$$X_i = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

dove:

X_i- reattanza induttiva, in (ohm Ω)
ω - pulsazione = 2 π f in radianti al secondo (rad/s)
L - induttanza, in henry (H)

- Reattanza capacitiva

c - Reattanza capacitiva

La capacità elettrica di un condensatore è data dal rapporto tra la carica Q dell'armatura e la differenza di potenziale tra le due armature:

$$C = \frac{Q}{V}$$

dove:
C - capacità, in farad (F)
Q - carica elettrica, in coulomb (C)
V - tensione, in volt (V)

La capacità provoca, in un circuito elettrico, una caduta di tensione:

$$\Delta V = \frac{I}{\omega \cdot C}$$

dove:

ΔV - caduta di tensione, in volt (V)
ω - pulsazione = 2 π f in radianti al secondo (rad/s)
I - corrente, in ampere (A)

La reattanza capacitiva è data da:

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

dove:

X_c - reattanza capacitiva, in (ohm Ω)
ω - pulsazione = 2 π f in radianti al secondo (rad/s)
C - capacità, in farad (F)

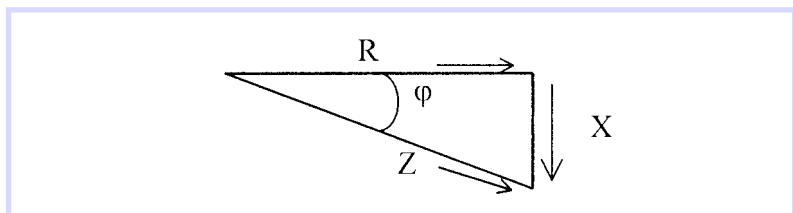
d - Impedenza

Impedenza

L'impedenza di un circuito ohmico, induttivo, capacitivo, in Ω è data da:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + X^2} \qquad I = \frac{V}{Z}$$

dove:

$$X = \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)$$

4.3. CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI

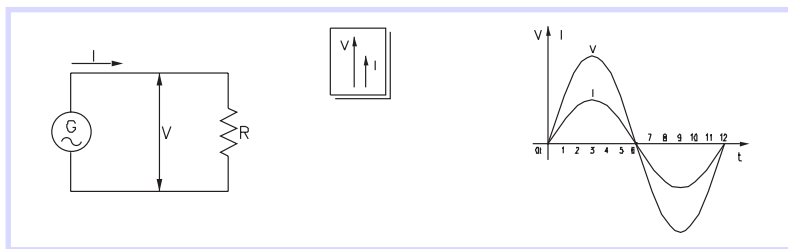
Circuiti:

a - Composizione

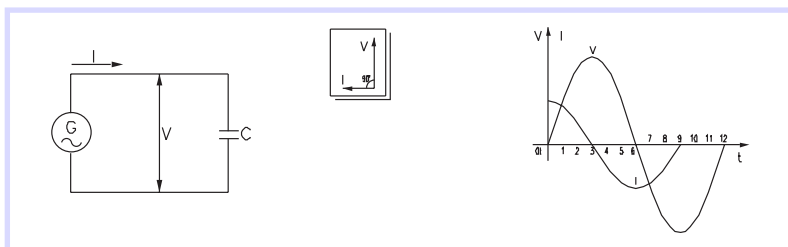
I circuiti possono essere (in teoria) puramente resistivi, capacitivi, induttivi o misti, inoltre si dividono in monofasi (con due conduttori) o trifasi (con tre conduttori ed eventualmente il neutro).

- ohmici

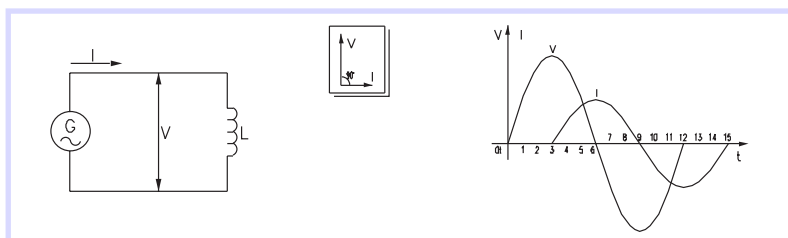
b - Circuito ohmico:

$$V = R \cdot I$$

- capacitivi

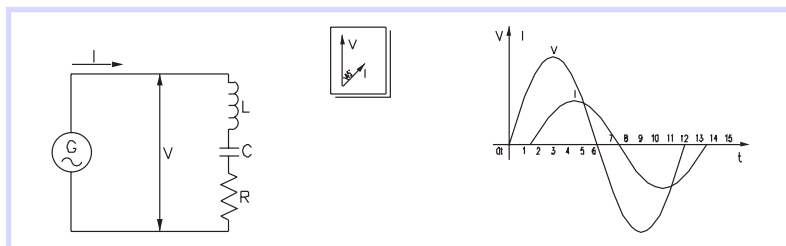
c - Circuito capacitivo

$$V = \frac{I}{\omega \cdot C} = X_c \cdot I$$

- induttivi

d - Circuito induttivo

$$V = \omega \cdot L \cdot I = X_L \cdot I$$

- misti

e - circuito misto

$$V = (R + X_C + X_L) \cdot I = Z \cdot I$$

4.4. CALCOLO CADUTA DI TENSIONE

a - Variazione di tensione

Calcolo della ΔV

$\Delta V = V_1 - V_2$

$$\Delta V\% = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100$$

dove:

V_1 - tensione all'inizio della conduttura

V_2 - tensione al termine della conduttura

b - In corrente continua

$\Delta V = V_1 - V_2 = R \cdot I$

c - In corrente alternata

La caduta di tensione si calcola con la formula:

$\Delta V = I\, l\, K\, (R \cos \varphi + X \operatorname{sen} \varphi)$

dove:

I	= corrente (A)
l	= lunghezza linea (m)
K	= 1,73 per linee trifasi
K	= 2 per linee monofasi
R	= resistenza del cavo (ohm/m)
X	= reattanza del cavo (ohm/m)
$\cos \varphi$	= dell'utilizzatore
$\operatorname{sen} \varphi$	= dell'utilizzatore

La tabella CEI - UNEL 35023-70 riporta i valori della resistenza e della reattanza nonché le cadute di tensione in mV/Am (millivolt/amperemetro) per alcuni valori di $\cos \varphi$.

Nella sottostante tabella, derivata dalla citata tabella CEI-UNEL, sono riportati i valori per cos φ = 0,8, 0,9 e 1.

Cadute di tensione in mV per ogni A e per ogni metro di cavo

Tab.4.4/1 Cadute di tensione in mV/Am per cavi unipolari

sezione	**Circuito monofase**			**Circuito trifase**		
nominale	cos φ 1	cos φ 0.9	cos φ 0.8	cos φ 1	cos φ 0.9	cos φ 0.8
mm²	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am
1.5	29.7	26.3	23.9	25.7	22.7	20.7
2.5	17.8	16.1	14.4	15.4	13.9	12.5
4	11.1	10.2	9.08	9.65	8.75	7.87
6	7.41	6.8	6.10	6.42	5.88	5.28
10	4.47	4.15	3.72	3.87	3.58	3.22
16	2.82	2.62	2.39	2.44	2.26	2.07
25	1.78	1.69	1.55	1.54	1.46	1.34
35	1.28	1.24	1.15	1.11	1.08	0.993
50	0.947	0.926	0.878	0.820	0.802	0.760

I valori della tabella sono calcolati con la seguente formula

$Y = [K (R \cos j + X \text{ sen } j)]$
con $K = 2$ per circuito monofase
con $K = 1,73$ per circuito trifase

R e X sono ricavati dalla tabella UNEL 35023-70 ed espressi in milliohm (mΩ).
I valori riportati in tabella sono espressi mV/Am; la formula $\Delta V = I\, l\, K (R \cos \varphi + X \text{ sen } \varphi)$ per il calcolo della caduta di tensione risulta:

$$\Delta V = \frac{I \cdot l \cdot Y}{1000}$$

dove:

l = lunghezza della conduttura in m
I = corrente in A
Y = ricavato dalla tabella 4.4/1

Esempio:

calcolo della caduta di tensione di una conduttura monofase alimentata a una tensione 230 V, di lunghezza 100 m di sezione 4 mm² con corrente di impiego I_B = 20 A a cos φ = 0,9

$$\Delta V = \frac{20 \cdot 100 \cdot 10{,}2}{1000} = 20{,}4 \text{ V}$$

$$\Delta V\% = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100 = \frac{230 - (230 - 20,4)}{230} \cdot 100 = 8{,}869\ \%$$

Il valore 10,2 si legge sulla tabella 4.4/1 (riga sezione 4 mm² e colonna circuito monofase cos φ = 0,9)
Nella seguente tabella, tratta dall'Appendice F.4 della seconda edizione della Guida CEI 64-50, sono riportati valori sufficientemente approssimati per la determinazione della caduta di tensione nelle condutture realizzate con cavi in rame.

Valori approssimati per il calcolo della CDT in conduttura in rame

Tab. 4.4/2 Caduta di tensione in % della tensione V_1[1]

Sezione mm²	**Linea monofase 230 V**		**Linea trifase 400 V**	
	Caduta di tensione % per unità (m) di lunghezza, con 1 A	Lunghezza corrispondente ad una caduta di tensione del 4%, per la portata indicata	Caduta di tensione % per unità (m) di lunghezza, con 1 A	Lunghezza corrispondente ad una caduta di tensione del 4%, per la portata indicata
1,5	0,012%	19 m (con 17,5 A)	0,0052%	44 m (con 17,5 A)
2,5	0,0072%	23 m (con 24 A)	0,0032%	52 m (con 24 A)
4	0,0045%	28 m (con 32 A)	0,0020%	62,5 m (con 32 A)
6	0,0030%	32,5 m (con 41 A)	0,0013%	75 m (con 41 A)
10	0,0018%	39 m (con 57 A)	0,00081%	86,5 m (con 57 A)
16	0,0012%	44 m (con 76 A)	0,00052%	101 m (con 76 A)
25	0,00075%	53 m (con 101 A)	0,00033%	120 m (con 101 A)

Corrente assorbita da un circuito

4.5. CALCOLO CORRENTI ASSORBITE I_B (CORRENTE DI IMPIEGO)

a - Calcolo della corrente in una conduttura

Esempio di calcolo della corrente I_B (corrente d'impiego) di una conduttura che alimenta un quadro di reparto a 400 V con le seguenti potenze:

- forno con resistenze elettriche P = 30 kW a cos φ = 1
- impianto illuminazione P = 15 kW a cos φ = 0,9
- impianto macchine utensili P = 60 kW a cos φ = 0,75

Totale potenza P = 105 kW

La corrente che la conduttura deve trasportare è la somma vettoriale delle correnti attive e reattive delle singole utenze.

---

1. - I dati di questa tabella sono stati determinati assumendo per la resistività del rame il valore di 0,0225 Ω · mm²/m corrispondente alla temperatura raggiunta dalle condutture nelle condizioni ordinarie di servizio, cioè 1,25 volte il valore a 20° C:
   - per la reattanza lineare dei cavi il valore approssimato di 0,00008 Ω /m.

Calcolo delle correnti assorbite:

Correnti assorbite dalle utenze previste nell'esempio

Forno elettrico

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{30000}{1{,}73 \cdot 400 \cdot 1} = 43,35\ A$$

Impianto illuminazione

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{15000}{1{,}73 \cdot 400 \cdot 0,9} = 24,08\ A$$

Impianto macchine utensili

$$I_3 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{60000}{1{,}73 \cdot 400 \cdot 0,75} = 115,60\ A$$

Calcolo delle correnti attive:

$I_{P1} = I_1 \cdot \cos\varphi = 43{,}35 \cdot 1 = 43{,}35\ A$

$I_{P2} = I_2 \cdot \cos\varphi = 24{,}08 \cdot 0{,}9 = 21{,}67\ A$

$I_{P3} = I_3 \cdot \cos\varphi = 115{,}60 \cdot 0{,}75 = 86{,}70\ A$

Totale I_P = 151,72 A

Calcolo delle correnti reattive:

$I_{Q1} = I_1 \cdot \text{sen}\,\varphi = 43{,}35 \cdot 0 = 0{,}00\ A$

$I_{Q2} = I_2 \cdot \text{sen}\,\varphi = 24{,}08 \cdot 0{,}44 = 10{,}59\ A$

$I_{Q3} = I_3 \cdot \text{sen}\,\varphi = 115{,}60 \cdot 0{,}66 = 76{,}30\ A$

Totale I_Q = 86,89 A

Corrente I_B

Corrente totale

$$I_B = \sqrt{I_P^2 + I_Q^2} = \sqrt{151,72^2 + 86,89^2} = 174,5\ A$$

Tab. 4.5/1 valori di cos φ e dei corrispondenti valori di sen φ e tg φ

cos φ	sen φ	tg φ
1	0,00	0,00
0,95	0,30	0,33
0,9	0,44	0,48
0,85	0,53	0,62
0,8	0,60	0,75
0,75	0,66	0,88
0,71	0,71	0,99

Potenza reattiva assorbita

Oppure si può calcolare la potenza reattiva Q dei singoli carichi, fare la somma delle potenze attive P e la somma delle potenze reattive Q, calcolare la potenza apparente A per dedurre la corrente di dimensionamento della conduttura I_B.

Potenza reattiva:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{sen}\ \varphi = P \cdot \text{tg}\ \varphi$$

Con riferimento alle potenze del precedente esempio:
Q_1 = 30 · tg φ = 30 · 0 = 0
Q_2 = 15 · tg φ = 15 · 0,48 = 7,2
Q_3 = 60 · tg φ = 60 · 0,88 = 52,8
Totale potenza reattiva = 60

Potenza attiva:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 105\ \text{kW}$$

Potenza apparente:

$$A = \sqrt{(P_1 + P_2 + P_3)^2 + (Q_1 + Q_2 + Q_3)^2}$$

$$A = \sqrt{(30 + 15 + 60)^2 + (0 + 7{,}2 + 52{,}8)^2} = 120,93\ \text{kVA}$$

Pertanto la corrente I_B sarà:

$$I_B = \frac{A}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$I_B = \frac{120,93 \cdot 1000}{1{,}73 \cdot 400} = 174{,}75\ \text{A}$$

Corrente assorbita dal motore

b - Calcolo corrente assorbita da un motore

corrente continua

$$I = \frac{1000 \cdot P}{V \cdot \eta} \cdot 100$$

corrente alternata monofase

$$I = \frac{1000 \cdot P}{V \cdot \cos\ \varphi \cdot \eta} \cdot 100$$

corrente alternata trifase

$$I = \frac{1000 \cdot P}{1,73 \cdot V \cdot \cos\ \varphi \cdot \eta} \cdot 100$$

dove:
P - potenza resa in (kW)
η - rendimento in (%)

$$\eta = \frac{\text{potenza resa}}{\text{potenza assorbita}}$$

Potenza assorbita = potenza resa + potenza persa (a causa dell'impedenza dei conduttori del motore e del riscaldamento dei cuscinetti).
Esempio di calcolo della corrente assorbita da un motore in corrente alternata trifase della potenza di 7,5 kW - tensione 400 V - cosφ = 0,87, η = 0,85

$$I = \frac{1000 \cdot 7{,}5}{1{,}73 \cdot 400 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}85} = 14{,}65 \text{ A}$$

c - Calcolo semplificato della corrente di impiego I_B

Corrente di impiego

La Norma CEI 64-8 definisce che la corrente di impiego è la corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario e dipende da: numero degli utilizzatori, potenza, tensione, cos φ, rendimento.
In regime permanente corrisponde alla più grande potenza trasportata dal circuito in servizio ordinario tenendo conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità.
In regime variabile si considera la corrente termicamente equivalente che, in regime continuo, porterebbe gli elementi del circuito alla stessa temperatura.

ove:

$$K_U = \text{fattore di utilizzazione} = \frac{\text{potenza assorbita}}{\text{potenza al valore di targa}}$$

ove:

$$K_C = \text{fattore di contemporaneità} = \frac{\text{potenza massima contemporaneamente assorbita}}{\text{somma delle potenze nominali installate}}$$

La corrente che un circuito deve trasmettere agli utilizzatori viene determinata dalla somma della potenza dei singoli utilizzatori moltiplicata per i fattori Ku e Kc.

- corrente continua

- in c.c.

$$I = \frac{P}{V \cdot \eta} \cdot k_u \cdot k_c$$

- in c.a. monofase

- corrente alternata monofase

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot k_u \cdot k_c$$

- in c.a. trifase

- corrente alternata trifase

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \cdot k_u \cdot k_c$$

d - Calcolo del valore massimo

Calcolo della corrente massima di un circuito secondo la guida CEI 64-50

La guida CEI 64-50 propone nell'appendice F.1, per il calcolo della corrente (massima) I_B di un circuito il seguente metodo:

Data la relazione $\mathbf{I_B = P \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e}$

dove **P** è la potenza espressa in kW di ogni apparecchio utilizzatore, i vari fattori **a, b, c, d** ed **e** hanno, ad esempio, il significato riportato nelle tabelle seguenti:

Fattore **a** - per apparecchi di illuminazione

Apparecchi illuminazione con lampada ed alimentatori rifasati con cos a ≥ 0,9:	**Tensione (V)**	**Potenza (W)**	**a**
Incandescente	230	Tutte	**1**
Alogena	230	Tutte	**1**
Fluorescente (ballast/reattore + starter)	230	Da 15 a 58	**Da 1,3 a 1,7**
Fluorescente HF (ballast elettronici)	230	Da 16 a 50	**Da 1,09 a 1,2**
Bulbo fluorescente (a vapore di mercurio)	230	Da 50 a 1000	**1,38**

Fattore **a** - per apparecchi utilizzatori a motore

Potenza motore (kW)	**a**
Sino a 0,6	**2**
Da 1 a 3	**2**
Da 4 a 40	**1,5**
Oltre 40	**1,2**

Il fattore **a** viene assunto pari a 1 per apparecchiature di riscaldamento con resistenza, mentre per gli apparecchi utilizzatori si deve far riferimento alle indicazioni fornite dai costruttori.

Fattore di utilizzazione **b**

Tipo di utilizzatore	**b**
Apparecchi di illuminazione	**1**
Apparecchi utilizzatori a motore	**0,75**
Apparecchi di riscaldamento	**1**
Applicazioni industriali	**0,3 ÷ 0,9**

Fattore di contemporaneità **c**

Attenzione al fattore di contemporaneità

Impianti	**c**
Di illuminazione	**1**
Riscaldamento e condizionamento d'aria	**1**
Prese a spina	**0,1 ÷ 0,2**

Il fattore di contemporaneità deve essere scelto sulla base delle varie applicazioni; in assenza di indicazioni più precise si possono adottare i valori della precedente tabella.

Fattore per "ampliamenti" **d**

Il fattore **d** tiene conto delle previsioni di estensione dell'impianto:

- in genere = 1
- per applicazioni industriali = 1,2

Fattore di conversione **e**

Fattore di conversione delle potenze (espresse in kW) in correnti (espresse in A)

Tensione (V)	**e**
230	**4,35**
400	**1,4**

Come sono stati ricavati i fattori **a,e**

e - esempi

Si ritiene opportuno indicare come sono stati ricavati fattori **a**, **e**:

- *per circuiti trifasi*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

moltiplicando denominatore e numeratore per 1000 e suddividendo la formula in tre parti si ottiene:

corrente	kW	fattore e	fattore a
I	$\frac{P}{1000}$	$\frac{1000}{\sqrt{3} \cdot V}$	$\frac{1}{\cos \varphi \cdot \eta}$

dove:

e = 1000/ 1,73 · V = 1,4 fattore di conversione della potenza (espressa in kW) in corrente (espressa in A)

$$a = \frac{1}{\cos \varphi \cdot \eta}$$

- *per circuiti monofasi*

varia solo il fattore **e**

e = 1000/ V = 4,35 fattore di conversione della potenza (espressa in kW) in corrente (espressa in A)

CAPITOLO 5

ILLUMINOTECNICA

5. ILLUMINOTECNICA

5.1. CRITERI DI PROGETTAZIONE

Criteri di progettazione

5.1.1. QUANTITÀ, QUALITÀ E COSTI DELLA LUCE

L'impianto di illuminazione richiede in genere di essere valutato sotto gli aspetti di quantità, qualità e costo della luce[1].

- quantità della luce

La quantità della luce riguarda soprattutto il livello di illuminamento necessario ad assicurare una visione ottimale in relazione alle attività da eseguire nell'ambiente e quindi al compito visivo, cioè dell'impegno visivo necessario per le attività stesse. Ad esempio, per attività da eseguire in ufficio si possono considerare compiti visivi relativi a:

- lettura e scrittura sul piano scrivania;
- operazioni su videoterminale;
- ricerca fascicoli e pratiche negli armadi o scaffali;
- attività ordinarie quali circolazione, ecc.

Nella Tab. 5.1/1 sono indicati i valori minimi di illuminamento consigliati per alcune attività.

Tab. 5.1/1 Relazione tra compito visivo, attività ed illuminamento necessario[2]

Compito o impegno visivo	Attività lavorativa corrispondente	Illuminamento Lux (lx)
scarso	Circolazione (corridoi, ecc.)	50
minimo	grossolana	100
medio	media	300
alto	fine	500

1. I termini illuminotecnici principali sono richiamati al par. 5.7.
2. i livelli per le diverse applicazioni sono riportati nelle rispettive Norme UNI (10380 e 10439)

Quando il compito visivo non è unico per tutto l'ambiente, l'impianto dovrà essere realizzato in modo da garantire una adeguata illuminazione generale e condizioni di illuminazione più intense nelle aree con compiti visivi più gravosi.
Ulteriori suddivisioni (supplementare, localizzata funzionale, localizzata decorativa, d'accento, ecc.) sono richiamate nei volumi successivi.

- qualità della luce

La qualità della luce riguarda il benessere visivo, quindi soprattutto il colore della luce, la resa del colore ed il controllo dell'abbagliamento, diretto o riflesso.
La temperatura (o tonalità) di colore, cioè "l'apparenza" della luce, il cui colore percepito assomiglia il più possibile a quello di un corpo metallico riscaldato a detta temperatura, è importante per la scelta delle lampade. Le lampade usate per l'illuminazione di interni, sono suddivise in tre gruppi in relazione alla temperatura di colore:

Temperatura minore di 3300 K: luce bianco-calda (W)
"   da 3300 K a 5300 K: luce bianco-neutra (I)
"   maggiore di 5300 K: luce bianco-fredda (C)

Le sigle tra parentesi, richiamate dalla norma UNI 10380 e riportate sui cataloghi, sono le iniziali dei termini inglesi Warm, Intermediate, Cold.
La scelta della temperatura di colore dipende dalle applicazioni; tuttavia è da tener presente che, per essere accettabile, il livello di illuminamento e il colore della luce devono essere correlati (dell'ordine di 1/10): in pratica, se si usano lampade da 6000 K il livello dovrà essere non meno di 500-600 lux.

Resa del colore

La *resa del colore,* indica l'effetto della sorgente luminosa sull'apparenza del colore dell'oggetto illuminato paragonato a quello prodotto dall'illuminazione naturale. Questo parametro è importante soprattutto quando le esigenze di apprezzamento sono primarie e possono essere soddisfatte solo impiegando lampade di adeguate caratteristiche. La suddivisione in quattro gruppi dell'indice di resa semplifica la scelta della sorgente luminosa più adatta, in relazione al tipo di attività cui l'illuminazione è destinata.
Nella tab. 5.1/2 viene indicata la corrispondenza tra le categorie prescritte dalla norma UNI 10380 per le varie applicazioni e l'indice di resa Ra riportato sui cataloghi di lampade.

Tab. 5.1/2 Corrispondenza fra gruppo di resa del colore ed indice Ra

Gruppi di resa del colore	Indice Ra
1A	>90
1B	Da 80 a 90
2	Da 60 a 80
3	Da 40 a 60
4	<40

Per gli ambienti interni sono generalmente raccomandati i gruppi 1A ed 1B; per gli esterni i gruppi 2 e 3.
Anche il *controllo dell'abbagliamento* può essere di primaria importanza per diverse applicazioni. È di fatto impossibile considerare un ambiente gradevole quando vi si trovano sorgenti luminose troppo brillanti, dirette o riflesse. Occorre quindi:

- evitare le lampade nude nel campo visivo;
- utilizzare apparecchi di illuminazione che nascondano le lampade mediante diffusori, rifrattori o schermi adeguati.

Per applicazioni significative il grado di abbigliamento viene quantificato come UGR (Unified Glare Rating - vedi norma UNI 10380/A1).
Altri elementi che possono richiedere considerazione sono:

- i fattori di riflessione delle superfici dell'ambiente;
- l'integrazione nella struttura architettonica.

La valutazione dei *costi della luce* è assai utile per il confronto fra le diverse soluzioni equivalenti, in relazione a qualità e quantità della luce, data anche l'attuale attenzione al risparmio energetico, che deve essere sempre perseguito.
Essi sono così suddivisi:

- costi d'impianto: comprendono tutti gli investimenti iniziali, su cui gravano gli oneri finanziari e da ammortizzare generalmente in 10 anni per gli impianti interni e 20 anni per quelli esterni;
- costi dell'energia elettrica: proporzionali al costo del kWh, al tempo di utilizzazione dell'impianto, all'efficienza luminosa delle lampade e degli apparecchi, all'eventuale regolazione con l'impiego o meno della luce diurna;
- costi di manutenzione: comprendono soprattutto il ricambio lampade, occasionale o a programma, la pulizia degli apparecchi, la sostituzione di altri componenti o parti dell'impianto soggetti ad usura o guasto.

Un esempio di calcolo del costo della luce è riportato nel paragrafo seguente (5.1.2-c).

5.1.2. CALCOLI DI MASSIMA DELL'ILLUMINAMENTO

Calcoli:

In ragione dei sopracitati parametri e delle relative scelte effettuate, si può determinare il numero e il tipo di lampade e di apparecchi illuminanti.
Per quanto riguarda specificamente i procedimenti di calcolo, oggi il progettista usa i programmi su PC con risultati alquanto accurati e rapidi. Inoltre è da notare che se il progetto è relativo ad ambienti di lavoro in cui si svolgono attività con la presenza di lavoratori subordinati, l'impianto deve avere anche i requisiti previsti dal Dlgs 626/94. Il rispetto di tutte le prescrizioni legislative è comunque assicurato effettuando la progettazione in con-

formità alla Norma CEI 0-2 con relazione preliminare, relazione di progetto e relazione tecnica.
Tuttavia, per una valutazione di massima, può essere sufficiente conoscere i metodi fondamentali.

a - Metodo del flusso

- con il metodo di flusso

Questo metodo consente di determinare l'illuminamento medio sul piano di calpestio di un locale, detto anche piano di riferimento.
Si utilizza in genere per locali di forma parallelepipeda, quando si voglia valutare in prima approssimazione l'illuminamento medio ottenibile con centri luminosi comunque disposti.
Il metodo consente di calcolare l'entità del flusso da installare, in base al valore *iniziale* E prefissato per l'illuminamento, secondo la formula seguente[3]:

$$E = \Phi \cdot U / S$$

e, scambiando i termini,

$$\Phi = E \cdot S / U$$

dove :

Φ - flusso totale da installare (lm);

E - illuminamento medio iniziale (lx);

S - area da illuminare (m^2);

U - fattore di utilizzazione.

Il fattore di utilizzazione è il rapporto fra il flusso ricevuto dal piano di riferimento ed il flusso totale emesso dalla lampada installata.
Il valore U è dato in apposite tabelle per ciascun apparecchio, in funzione del rendimento fotometrico dell'apparecchio stesso, dei fattori di riflessione delle pareti e della geometria del locale. Le tabelle sono riportate sui cataloghi.
Detto fattore riveste notevole importanza anche ai fini del consumo di energia elettrica perché, a pari illuminamento, condiziona direttamente l'impianto per quanto riguarda l'entità del flusso da installare, il numero di lampade da installare e la loro potenza.
In pratica, per il calcolo di massima, si possono considerare i seguenti valori del fattore di utilizzazione:

---

3. Per calcolare il "valore mantenuto" dell'illuminamento, cioè il livello minimo dell'impianto secondo il piano di manutenzione del progettista, occorre moltiplicare il valore iniziale per un fattore adeguato, in genere pari a 0,8.

Tab. 5.1/3 Fattori di utilizzazione per il calcolo di massima

Tipo di illuminazione	Fattore U
Diretta	0,6
Mista	0,4
Indiretta	0,2
Stradale	0,3

Esempio

Esempio:

Determinare il flusso necessario per ottenere un illuminamento E (100 lx) di un locale residenziale (ad es: sala giochi), di dimensioni 8 x 5 m, mediante apparecchi a distribuzione mista, con lampade fluorescenti (fig. 5.1/1).

Elementi da considerare:

- Superficie: 40 m^2
- Illuminamento E richiesto (iniziale): 100 lx
- Fattore di utilizzazione U: 0,4 (da tab. 5.1/3)

Il flusso luminoso necessario risulta:

$$\Phi = E \cdot S / U = 100 \cdot 40 / 0,4 = 10.000 \text{ lm}$$

Trattandosi di locale senza requisiti particolari di resa del colore, possono essere impiegate lampade fluorescenti lineari ordinarie, con le seguenti caratteristiche:

- potenza 36 W;
- tonalità di colore 4000 K.;
- resa di colore 60;
- flusso nominale di lampada (ϕ) 2850 lm;

ϕ - flusso luminoso nominale della lampada; (indicato nel catalogo del costruttore)

Il numero di lampade necessario risulta:
$n = \Phi / \phi$
= 10.000 / 2850 = 3,5 (arrotondato a 4)

Possono essere utilizzati due apparecchi bilampada.

Metodi più complessi nel calcolo dell'illuminamento degli interni, dipendenti dal fattore di forma (indice) del locale, dai fattori di riflessione delle pareti, dal decadimento delle lampade, apparecchi e pareti, e quindi dal fattore di manutenzione nonché dal grado di uniformità dell'illuminamento, saranno sviluppati nei successivi casi particolari.

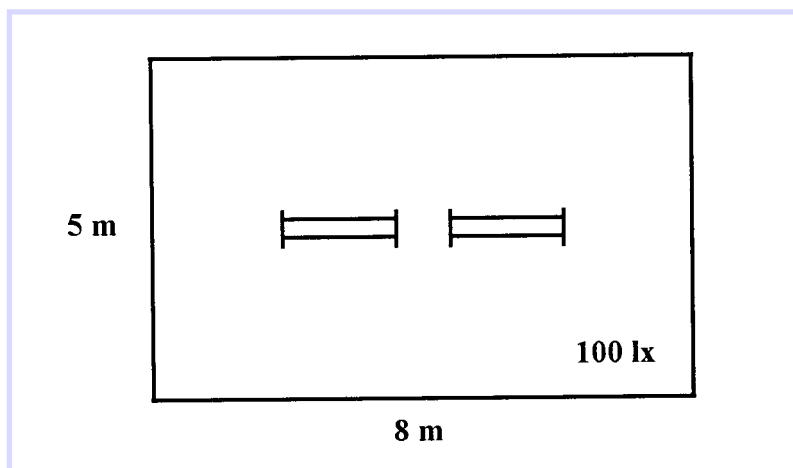



Fig. 5.1/1 Disposizione di massima degli apparecchi

b - Metodo dell'intensità

- con il metodo di intensità

Detto metodo viene applicato in pratica quando sorgenti luminose e punti di calcolo sono in numero ridotto oppure il flusso luminoso emesso dagli apparecchi o lampade è a fascio stretto e concentrato verso il piano di lavoro o l'oggetto da illuminare. Tale metodo consente di determinare l'illuminamento in un punto (P) di una superficie perpendicolare alla direzione di incidenza della luce, posta all'altezza (h), secondo l'espressione:

$$E = I / h^2$$

dove:

h = distanza minima (altezza) fra la sorgente e il piano (in metri);

I = intensità luminosa (in candele).

Quando l'incidenza non è perpendicolare al piano, occorre applicare la legge del coseno, per cui se si considera una sorgente di intensità luminosa (I) nella direzione (α) rispetto alla normale di una superficie (fig. 5.1/2), l'illuminamento (E) nel punto (P) è dato da:

$$E = I \cdot \cos^3\alpha / h^2$$

I valori di $\cos^3\alpha$ sono riportati nelle apposite tabelle trigonometriche.

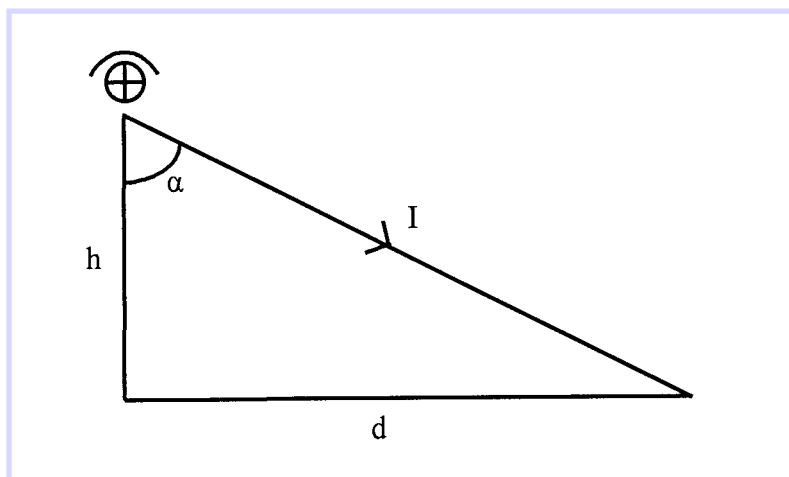



Fig. 5.1/2 Calcolo dell'illuminamento orizzontale in un punto P in relazione all'intensità luminosa e alla distanza

- con il metodo di intensità

Esempio :

verificare il valore massimo dell'illuminamento E prodotto da un apparecchio applicato al soffitto su binario con lampada alogena da 300W, avente flusso luminoso nominale di 5000 lm (con la distribuzione dell'intensità luminosa riportata in fig. 5.1/3) su un affresco posto alla distanza di 4 metri con una differenza di altezza tra sorgente e oggetto di 1 metro. Dato il tipo di oggetto, l'illuminamento non dovrà superare 150 lx ai fini di buona conservazione. L'intensità luminosa I è data da:

$$I = 650 \cdot 5 = 3250$$

dove il valore 650 lo si ricava dalla fig. 5.1/3 e costituisce l'intensità massima, espressa in cd, riferita ad un flusso luminoso di 1000 lm (cd/1000 lm). Il valore di 5 deriva dal flusso nominale effettivo della lampada (5000 lm), diviso 1000 lm. Data l'eccessiva ampiezza dell'angolo α è possibile considerare "d" come l'effettiva distanza tra sorgente e oggetto da illuminare, quindi

$$E = I / h^2 \qquad E = I/d^2 = 3250/4^2 = 203 \text{ lx}$$

Il valore ottenuto risulta eccessivo per cui bisognerà aumentare la distanza della lampada dall'affresco: applicando ancora la formula precedente, ponendo come incognita la distanza otteniamo un illuminamento di 150 lx:

$$h^2 = I / E = 3250 / 150 = 21,6$$

$$h = \sqrt{22,6} = 4,65 \text{ m}$$

In alternativa si può variare la potenza della lampada passando per esempio a 200 W/3200 lm e rieseguire il procedimento di calcolo.

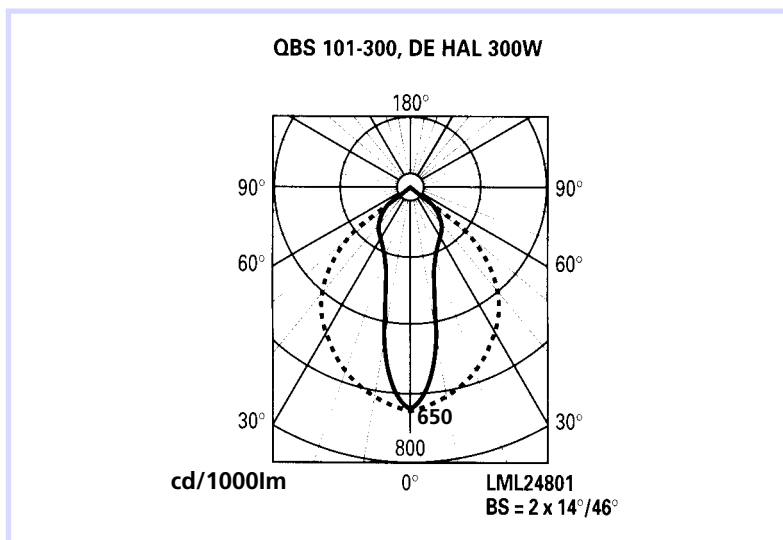



Fig. 5.1/3 Diagramma dell'intensità luminosa in cd/1000 lm

Tuttavia per la maggior parte dei proiettori, faretti e lampade a riflettore, sui cataloghi sono già riportati i singoli diagrammi schematici degli illuminamenti in funzione della distanza (fig. 5.2/2).

Calcolo di costo

c - Calcolo di costo

La formula tradizionale per il calcolo del *costo annuale* della luce, in funzione di costi di impianto, di energia e di ricambio lampade, è la seguente:

$$C = \frac{A + P \cdot T \cdot k + L \cdot T / V}{\Phi \cdot T}$$

dove:

C = costo della luce (Lit/lmh);
A = ammortamento impianto e spese annue di manutenzione;
P = potenza complessiva (kW);
T = durata del funzionamento annuale (h) (tab.5.1/4);
k = prezzo dell'energia (Lit / kWh);
L = prezzo delle lampade (Lit);
V = vita media delle lampade (h);
Φ = flusso luminoso complessivo (lm).

Tab. 5.1/4 Durata media indicativa del funzionamento (h/anno) - tratta da "Vorschaltgeräte und Schaltungen für Leuchtstoflampen" ("Alimentatori e Starter per Apparecchi di Illuminazione"), di Dr. Ing. C.H. Sturm

Fabbriche e uffici	**600**(1)
Scuole diurne e serali	900
Soggiorni	1200
Negozi con vetrine	1250
Aree esterne	4000

(1) Tale valore, in alcuni casi sottostimato, può essere sostituito con 1800 h quando l'illuminazione è sempre in funzione durante tutte le ore lavorative.

Esempio

Esempio:

Illuminazione di un capannone industriale con copertura a shed (massimo utilizzo della luce naturale, quindi funzionamento annuo di sole 600 h) per cernita e lavorazione pelli (illuminamento mantenuto 500 lx, resa di colore 1A, flusso iniziale complessivo Φ = 3.100 klm), alimentato in BT, tariffa a media utilizzazione (206,6 Lit / kWh + quota fissa 9660 Lit / kW).
Utilizzando la formula sopra riportata si può calcolare il costo della luce corrispondente a due diverse soluzioni: una con lampade ad alogenuri da 400 W, l'altra con lampade fluorescenti da 58 W.

	Grandezza		**Alogenuri**	**Fluorescenti**
	Lampade : potenza effettiva	W	460	71
	: flusso	lm	32.000	3700
	: costo (cad)	Lit	132.000	15.000
	: quantità	n°	96	840
V	: vita media	h	8.000	10.000
	Apparecchi : costo (cad)	Lit	400.000	105.000 (bilampada)
L	Apparecchi con lampada: costo Lit/cad.		532.000	120.000
	Costo complessivo	Lit	51.072.000	50.400.000
A	Ammort. + inter. (15% annuo)	Lit	7.660.000	7.560.000
P	Potenza complessiva	kW	44,16	59,64
T	Periodo di funzionamento	h	600	600
	Consumo annuale	kWh	26.496	35.784
	Prezzo energia	Lit/kWh(1)	222,7	222,7
	Costo annuale dell'energia	Lit	5.900.000	7.969.000
C	Costo della luce	Lit/klmh	**7,80**	**8,75**

(1) calcolando la spesa fissa come proporzionale alla potenza complessiva utilizzata per la sola illuminazione

Dalla tabella si evince che il risparmio annuale con lampade ad alogenuri, sarà quindi pari a:
(8,75 – 7,80) x 3.100 x 600 = Lit. 1.767.000
Le due soluzioni sono da un punto di vista economico equivalenti.

5.2. LAMPADE E APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

5.2.1. LAMPADE

- Scelta delle sorgenti luminose: va fatta con cura (per il benessere visivo, per i costi)

Un'attenta scelta delle sorgenti luminose è, come già detto, essenziale sia per conseguire condizioni di benessere (comfort) visivo ottimali sia ai fini del contenimento dei consumi.
Per quanto riguarda il colore della luce la tonalità bianco-calda, salvo applicazioni particolari, è la più indicata negli ambienti interni, in quanto consente un buon apprezzamento delle sfumature.
L'indice di resa, soprattutto nelle unità abitative, dovrebbe essere il più elevato possibile.
I principali tipi di lampade per interno sono illustrate nella figura 5.2/1 e le loro caratteristiche sono riportate nella tabella 5.2/1.
Le lampade si distinguono anche in base al tipo di attacco:

- A vite
- A monoattacco
- A biattacco

Lampade ad incandescenza:
1) standard - 2) a fiamma - 3) a sfera - 4) a riflettore - 5) a cupola argentata - 6) linolite
7) ad alogeni biattacco - 8)9) ad alogeni con doppio bulbo - 10) ad alogeni con riflettore chiuso.
Lampade fluorescenti:
11) lineari - 12)13)14)15)16) comparre integrate - 17) lineari monoattacco
18)19)20) compatte.
Lampade a scarica ad alta intensità:
21) alogenuri monoattacco - 22) alogenuri o sodio biattacco - 23) mercurio, alogenuri o sodio con bulbo fluorescente - 24) sodio monoattacco.

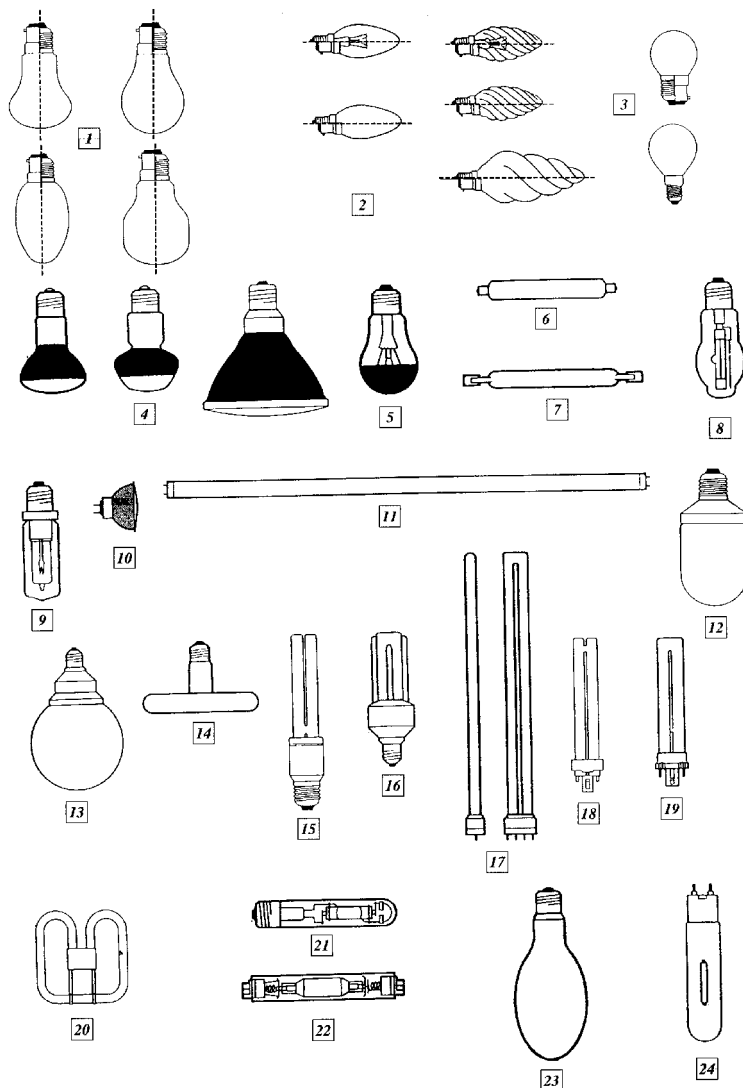



Fig. 5.2/1 Famiglie tipiche di lampade per illuminazione di interni

Confronti tra tipi di lampade

Tab. 5.2/1 Confronto fra i principali tipi di lampade

Tipo		Potenza (W)	Flusso luminoso (lm)	Effi-cenza comp-less. (lm/W)	Resa di colore %	Temperat. di colore (K)	Vita media (h)	Norma di riferi-mento
Incan-desceza	Ordinarie	25 - 1000	225-20000	9-20	100	2700	1000	CEI 34-12 CEI 34-78
	Ad alo-geni biat-tacco	150 - 1500	2100-33000	14-22	100	< 3300	2000	CEI 34-40 CEI 34-79
	A riflet-tore	100-500	820-5600	8-11	100	< 3300	< 2000	CEI 34-12 CEI 34-78
Fluore-scenza	Lineari e circolari	8-58	420-5200	60-90	50-75	2700-6000	> 7000	CEI 34-3 CEI 34-72
	Compatte	5-55	250-4800	50-85	85	2700-4000	> 7000	CEI 34-56 CEI 34-73
	Compatte integrate	3-23	100-1500	40-65	85	2700	> 7000	CEI 34-52 CEI 34-53 e 75
Alogenuri	Bulbo trasparente	250 - 400	16000 - 24000	70-95	70-80	3000-4200	> 7000	CEI 34-82 UNEL 66019
	Bulbo fluo-rescente	250 - 4000	17500 - 25000	70-95	60-80	3000-4200	> 7000	
	Tubolari biattacco	70-400	5000-38000	67-100	80-90	3000-4200	> 7000	
	Tubolari monoat-tacco	35-150	2400-12000	55-80	70-80	3000	> 4000	
Sodio alta pressione	Ordinarie	50-400	3100-47000	56-130	< 40	< 3300	> 10000	CEI 34-24
	Luce corretta	150 - 400	12500 - 44000	74-100	50-70	< 3300	> 10000	
	Alta resa di colore	110 - 400	10440 - 40000	30-40	60-80	< 3300	> 10000	

Le lampade sono prodotte in modelli diversi per potenze e per caratteristiche elettriche e fotometriche, a seconda degli usi cui sono destinate.

a - Lampade a incandescenza ordinarie

A bulbo trasparente: queste lampade sono le più diffuse e le più economiche, hanno l'efficienza luminosa più elevata rispetto a quelle con bulbo diffondente (da 9 lm/W per il formato da 25 W, a 20 lm/W per il formato da 1000 W, con un valore tipico di 13,8 lm/W per le lampade da 100 W); ma, essendo abbaglianti, necessitano di essere montate in apparecchi schermati.
A bulbo diffondente: presentano un'efficienza di poco inferiore a quella delle lampade sopracitate, e possono quindi essere impiegate in apparecchi poco schermati.
A riflettore: queste lampade possono avere la calotta (parte frontale della lampada) trasparente o diffondente, vetro resistente o meno agli sbalzi termici, angolo di apertura compreso tra 10° e 30°.

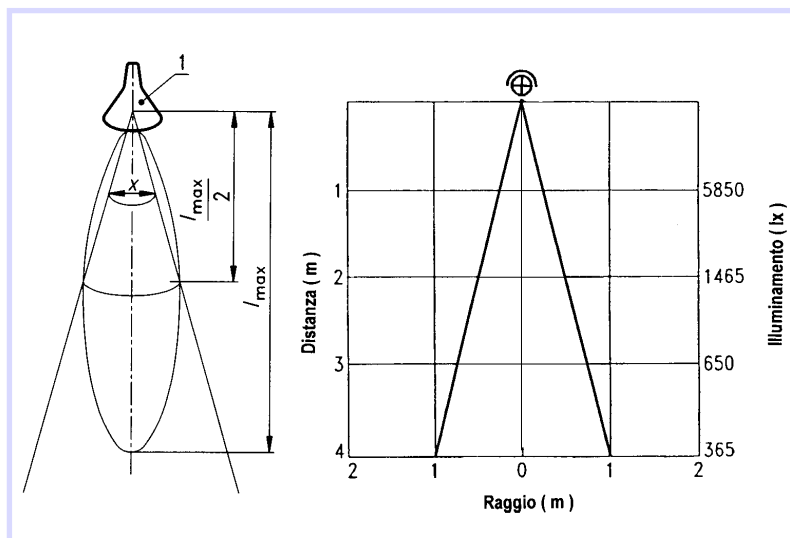



Fig. 5.2.2 Angolo di apertura del fascio luminoso e diagramma degli illuminamenti per lampade a riflettore e faretti

b - Lampade ad alogeni

Lampade ad alogeni:
- a tensione di rete, a doppio attacco (60-2000 W), con attacco a vite o a baionetta (75÷250 W)
- a bassissima tensione

Il principio base di funzionamento è analogo a quello delle lampade ad incandescenza: un filamento di tungsteno è riscaldato dalla corrente ed emette luce; in queste lampade l'ampolla contiene, oltre al gas di riempimento (argon), dei gas alogeni (iodio, bromo) che hanno la funzione di combinarsi con il tungsteno vaporizzato nelle zone più fredde della lampada (la zona contigua alle parti del bulbo), per poi dissociarsi nuovamente in alogeni e tungsteno quando, per moti convettivi, vengono a trovarsi in prossimità del filamento, ricostituendolo.
Rispetto alle lampade ad incandescenza ordinarie, quelle ad alogenuri hanno maggior durata (perché il filamento tende a ricostruirsi) e maggior efficienza, perché il filamento può essere portato a una temperatura più elevata.
I principali tipi sono:

- lampade a tensione di rete a doppio attacco R7s: i modelli prodotti comprendono le potenze da 60 W a 2000 W, con un'efficienza da 15 a 22 lm/W (superiore di circa il 10% a quella delle lampade ad incandescenza di pari potenza);
- lampade a tensione di rete con attacco a vite o a baionetta: in modelli da 75, 100, 150 e 250 W con esecuzioni in bulbo trasparente e diffondente;
- lampade a bassissima tensione (6, 12, 24 V) di dimensioni assai ridotte, con bulbo in quarzo e attacco singolo bispina; i pregi di queste lampade possono così riassumersi: compattezza, maggior durata rispetto alle lampade ad incandescenza tradizionali (2000/4000 ore anziché 1000), efficienza luminosa superiore del 50% rispetto alle lampade ad incandescenza di pari potenza.

Tutte queste lampade richiedono in genere l'installazione in apparecchi con schermo di protezione contro la rottura del bulbo (la necessità dello schermo è evidenziata sui cataloghi).

- con riflettore incorporato

Tra le lampade alogene si distinguono quelle cosiddette "a riflettore" le quali possono essere:

- a bassissima tensione (6, 12, 24 V): delle potenze da 10 W a 100 W, con riflettore alluminato o dicroico (quest'ultimo tipo consente di limitare le radiazioni infrarosse, quindi il calore, verso gli oggetti illuminati), ed una notevole varietà di aperture del fascio luminoso (da 3° a 60°) e di intensità massima (fino a 45000 cd);
- a tensione di rete: delle potenze da 50 a 75 W, aperture 10° e 40° consentono di realizzare illuminazioni di effetto con dimensioni ridotte dell'apparecchio.

c - Lampade fluorescenti

Lampade fluorescenti:

Il passaggio di una scarica elettrica all'interno di un tubo di vetro provoca l'emissione di radiazioni che, emesse prevalentemente nella banda degli ultravioletti, vengono trasformate in visibili dalle polveri fluorescenti di cui è rivestito internamente il tubo.
La scarica avviene fra due elettrodi, costituiti da un filamento di tungsteno avvolto in spirale multipla e rivestito di ossidi di metallo alcalino-terrosi: il gas (neon, argon, cripton, xenon) di riempimento ha la funzione di facilitare l'innesco della scarica.
La composizione delle polveri di rivestimento determina l'indice generale di resa del colore e la temperatura di colore della luce.
Le lampade fluorescenti necessitano di apparecchiature ausiliarie (alimentatori) per il loro funzionamento e, se di tipo induttivo, di un condensatore per il rifasamento della corrente assorbita.
Gli alimentatori induttivi possono essere del tipo con o senza avviatore (starter): dispositivo in grado di produrre una sovratensione al fine di innescare la scarica.

I vantaggi degli alimentatori di nuova generazione

Gli alimentatori attualmente utilizzati fanno funzionare la lampada a frequenza più alta di quella di rete (normalmente dell'ordine dei 25 kHz): in tal caso l'apparecchiatura, di tipo elettronico, congloba le varie funzioni sopra citate, compreso il rifasamento, e dà luogo a diversi vantaggi quali:

- regolabilità del flusso luminoso;
- maggiore efficienza del sistema alimentatore lampada;
- maggiore durata della lampada;
- assenza di sfarfallio;
- silenziosità.

I principali tipi di lampade fluorescenti sono:

- compatte

Fluorescenti compatte: sono lampade dell'ultima generazione, il cui tubo di scarica ha diametro ridotto (10 ÷ 15 mm) ed è ripiegato due o più volte, allo scopo di miniaturizzare la sorgente e

renderla utilizzabile negli apparecchi tradizionalmente impiegati negli ambienti domestici.
Queste tipologie di lampade hanno forme e attacchi diversi; in alcuni modelli, incorporano gli alimentatori (lampade integrate) generalmente di tipo elettronico (per ridurne peso e ingombro) e l'attacco è a vite per poter sostituire direttamente le lampade ad incandescenza.
È comunque da tener presente che sono preferibili, soprattutto per la possibilità di regolazione, le lampade con alimentatore elettronico indipendente, cioè montato direttamente nell'apparecchio di illuminazione.
L'efficienza del sistema lampade - alimentatore è dell'ordine dei 50 lm/W per le lampade con alimentatore ferromagnetico e 60 lm/W per quelle con alimentatore elettronico.

- ordinarie

Fluorescenti ordinarie: queste lampade sono costituite da un tubo rettilineo o piegato a U o a cerchio.
Le più diffuse sono il tipo lineare, nei formati da 60, 120 e 150 cm di lunghezza e di 26 mm di diametro.
Vengono prodotte con polverature diverse per ottenere varie temperature e rese di colore; per la maggior parte dei tipi, si ha un indice di resa del colore (Ra) pari a 85, con la quale l'efficienza luminosa presenta i valori massimi. Per altri tipi, l'indice di resa cromatica supera 90, ma l'efficienza luminosa si riduce di circa il 30%.
L'efficienza luminosa varia da 53 a 94 lm/W, in funzione della potenza e della resa del colore.
La vita media di queste lampade è fortemente influenzata dal numero di accensioni (fig. 5.2/3). Esse non devono essere installate in ambienti di passaggio (luce, scale, cantine ecc.) quando il funzionamento è di durata breve o temporizzata.

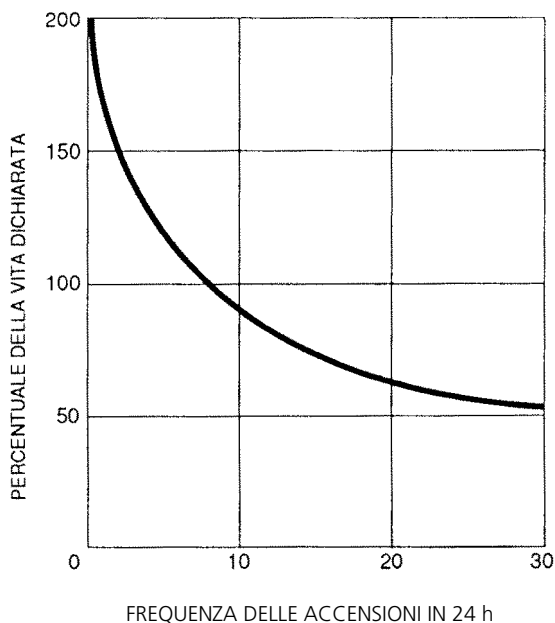



Fig. 5.2/3 Influenza delle accensioni sulla durata delle lampade fluorescenti

d - Lampade ad alogenuri

Lampade ad alogenuri

Queste lampade sono ad alta intensità e quindi da impiegare in apparecchi appropriati, sia per interni funzionali che per esterni. Nel tubo di scarica della lampada ad alogenuri, oltre al mercurio, sono aggiunti ioduri di sodio, di tallio e di indio e, nelle lampade con particolare resa cromatica, di disprosio, di olmio, di tulio e di cesio. Tali sostanze emettono radiazioni distribuite lungo la banda del visibile, in modo da compensare le lacune dello spettro del mercurio. Si ottiene in tal modo un'emissione di luce con buona resa del colore, senza dover ricorrere al rivestimento dell'ampolla esterna con polvere fluorescente.

Modelli in produzione

Vengono prodotte nei seguenti modelli:

- tubolare in vetro chiaro con attacco singolo, a vite per le potenze maggiori e bispina per quelle minori, per impieghi in cui è richiesto un buon controllo del flusso luminoso;
- tubolare in vetro chiaro con doppio attacco RX7s, quando è necessario il preciso posizionamento della lampada nell'apparecchio;
- ellissoidale fluorescente, di qualche impiego negli esterni;
- con riflettore incorporato invece dei proiettori in ambienti protetti dalla pioggia.

Per l'illuminazione residenziale vengono usate principalmente lampade tubolari. È da notare che se le lampade ad alogenuri non sono intrinsecamente protette contro l'emissione UV e la sovracorrente a fine vita, esse devono essere installate in apparecchi dotati di apposito schermo e di protezione termica (da verificare sui cataloghi).
Le lampade più recenti sono stabilizzate per il colore e possono essere del tipo protetto contro gli UV.

e - Lampade al sodio ad alta pressione

Lampade al sodio ad alta pressione

L'arco elettrico innescato fra due elettrodi posti all'estremità di un tubo di allumina sinterizzata, contenente amalgama di sodio (lega di sodio e mercurio) e del gas (xenon o argon), provoca l'emissione di radiazioni luminose, la cui distribuzione spettrale migliora considerevolmente con l'aumentare della pressione interna; salgono conseguentemente l'efficienza luminosa, la temperatura e la resa di colore.

Categorie principali di lampade al sodio

Le lampade al sodio ad alta pressione si dividono in più categorie, le cui principali sono:

- lampade ordinarie (disponibili in una vasta gamma di potenze e di modelli): sono caratterizzate da efficienza massima (da 65 a 125 lm/W, a seconda della potenza), temperatura di colore pari a 2000 K e resa del colore scarsa (Ra < 30);
- lampade a luce bianca: sono le più indicate per illuminazione residenziale avendo temperatura di colore ≈ 2500 K e resa di colore Ra ≈ 80.

Queste lampade sono generalmente di forma tubolare con attacco singolo a vite o bispina e gamma di potenze da 35 a 100 W. L'efficienza varia fra 30 e 40 lm/W.
Non emettono UV, quindi non richiedono schermatura specifica, ma gli apparecchi devono essere dotati di protezione termica.

5.2.2. Apparecchi di illuminazione

Poiché le lampade inviano luce in quasi tutte le direzioni, diventa necessario adattarle ai bisogni, schermandole e quindi modificandone l'emissione luminosa.
L'apparecchio di illuminazione è di fatto un sistema che distribuisce, filtra o trasforma la luce emessa da una o più lampade e che include, ad eccezione delle lampade stesse, tutte le parti necessarie per fissarle e proteggerle (ove è necessario) i circuiti ausiliari, compresi i cavi per l'alimentazione elettrica.
In passato, gli apparecchi utilizzati avevano prevalentemente funzione decorativa; oggi invece sono disponibili apparecchi di elevate prestazioni, oltre che di notevole linea estetica, in grado di fornire una valida sintesi fra l'elevata qualità dell'illuminazione e le più sofisticate esigenze decorative.

Principali apparecchi di illuminazione

I principali tipi di apparecchi per illuminazione sono illustrati nella fig.5.2/4 in cui si fa riferimento alla classificazione illustrata nella successiva fig. 5.2/7

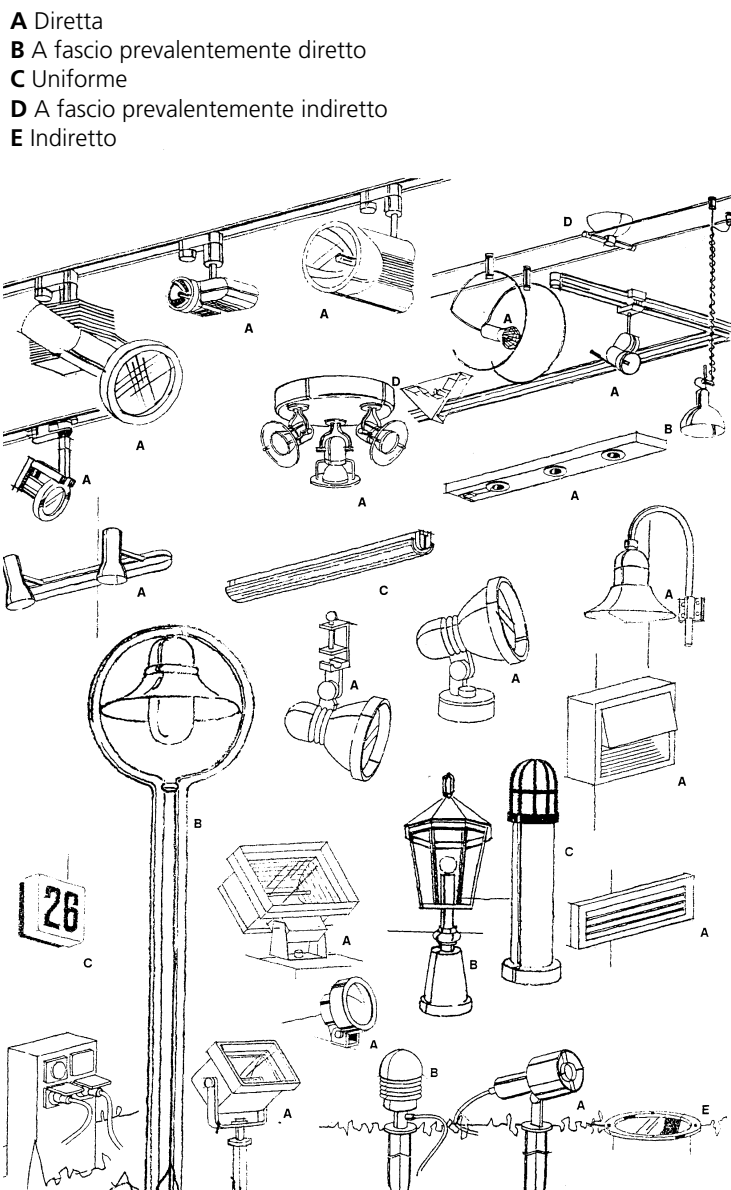



Fig. 5.2/4 Esempi di apparecchi tipici per interni ed esterni

a - Caratteristiche costruttive

Tipi di caratteristiche costruttiva

I principali componenti usati per diffondere, proiettare e schermare la luce sono:

- riflettori;
- rifrattori;
- diffusori;
- schermi;
- filtri.

Riflettori

Ripartizione delle intensità luminose con:
- riflettori

Gli apparecchi ordinari sono provvisti di un riflettore (talvolta associato ad altri elementi di controllo della luce) allo scopo di creare una specifica ripartizione delle intensità luminose.
Nella fig. 5.2/5 sono richiamati i tre principali tipi di riflessione usati nella costruzione dei sistemi ottici degli apparecchi d'illuminazione.

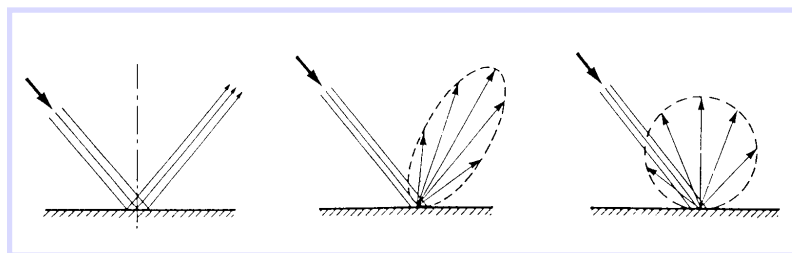



Fig. 5.2/5 Riflessione speculare, mista e diffusa

La riflessione speculare si ha quando il raggio incidente, quello riflesso e la normale alla superficie giacciono sullo stesso piano e l'angolo di riflessione è uguale all'angolo d'incidenza.
I riflettori speculari sono impiegati quando si richiede una distribuzione del flusso luminoso abbastanza precisa, come ad esempio per proiettori e faretti.
Un riflettore, se curvo, può essere circolare, parabolico, ellittico, iperbolico, a cicloide, o può avere come sezione un qualsiasi altro profilo per adattarsi ad un'applicazione particolare.

Rifrattori

- rifrattori

Il rifrattore è quel componente necessario per dare un controllo direzionale alla luce in corrispondenza della superficie di emissione dell'apparecchio; esso viene necessariamente accoppiato al riflettore.
Il funzionamento dei rifrattori è riportato nella fig. 5.2/6:

Fig. 5.2/6 Funzionamento dei rifrattori

Il rifrattore per apparecchi da interni consiste generalmente in un pannello traslucido di materiale plastico, montato al di sotto delle lampade. Esso è liscio superiormente, mentre presenta dei prismi conici o piramidali sulla superficie inferiore.
I rifrattori permettono di modificare la curva fotometrica delle lampade entro limiti più estesi che non i riflettori e con perdite di flusso minori.

- diffusori

Diffusori

L'impiego di questi materiali trasmittenti-diffondenti ha come effetto l'ingrandimento della dimensione apparente della sorgente in modo da ridurne la luminanza, quindi il grado di abbagliamento.
I diffusori sono comunemente costruiti in vetro opale o plastiche traslucide (polistirene o acrilico).
Altri materiali diffondenti utilizzati negli apparecchi decorativi possono essere anche la carta pergamenata e stoffe di vario genere, impiegate nei paralumi.

- schermi

Schermi

La schermatura è necessaria per controllare la luce emessa dall'apparecchio o per nascondere le lampade dalla vista.
Le funzioni di schermatura possono essere esplicate dallo stesso corpo dell'apparecchio o da sistemi applicabili allo stesso. In generale, gli apparecchi sono tali che la lampada o le lampade non siano visibili dalle direzioni di osservazione più ricorrenti, cioè sopra i 45° dalla verticale.

b - Tipi di installazione

Gli apparecchi possono essere identificati anzitutto secondo la modalità di installazione, i cui principali tipi sono:

- a soffitto;
- a parete;
- da incasso;
- a sospensione;
- a binario;

- da tavolo;
- a pavimento;
- a pinza;
- per mobili;
- da giardino;
- da incasso a terra.

Per quanto riguarda le caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche di sicurezza del prodotto, vedi la Norma CEI-EN 60598-1 e relative Parti seconde.

c - Classificazione fotometrica

Classificazione fotometrica

Gli apparecchi per l'illuminazione generale vengono abitualmente classificati in funzione della percentuale di flusso totale emesso dall'apparecchio sopra e sotto il piano orizzontale passante per l'asse della lampada.
La curva polare di ripartizione del flusso emesso nelle varie direzioni può prendere diverse forme, e ciò in base al disegno specifico del singolo apparecchio. Nella fig. 5.2/7 è riportata una classificazione corrente secondo la quale gli apparecchi sono raggruppati in cinque categorie.

A	Diretta		
B	Semi-diretta		
C	Mista		
D	Semi-indiretta		
E	Indiretta		

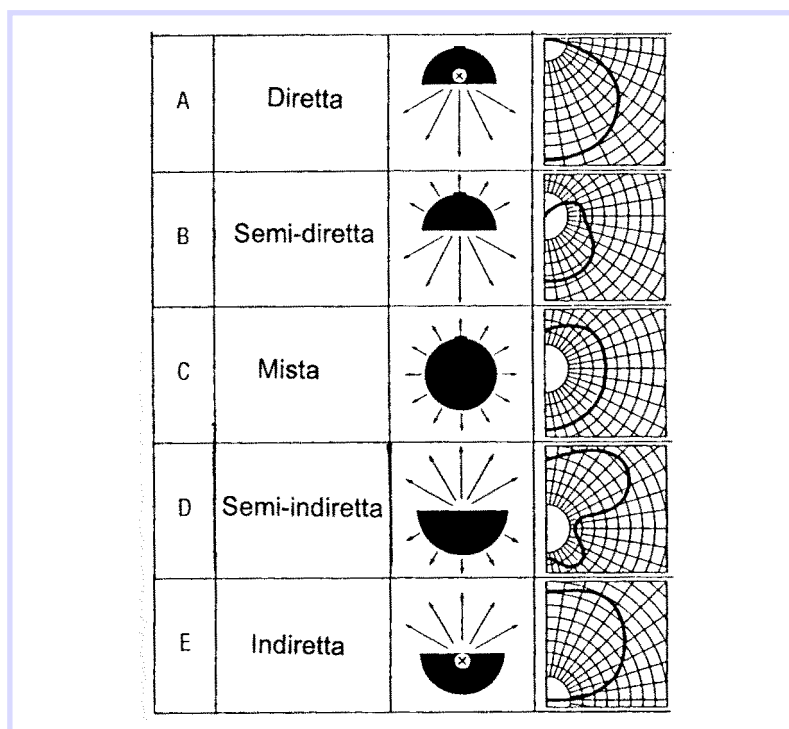



Fig. 5.2/7 Classificazione degli apparecchi secondo la distribuzione del flusso

Forma della curva polare

Alla classificazione suddetta se ne aggiunge un'altra riguardante la "forma" della curva polare degli apparecchi (o lampade), in particolare quelli destinati all'illuminazione localizzata e cioè:
a fascio stretto : < 20°
a fascio medio : 20-40°
a fascio largo : > 40°

L'apertura del cono luminoso di un apparecchio è impiegata come parametro di classificazione dei "faretti" e delle lampade a riflettore; essa viene utilizzata soprattutto quando si desideri determinare l'interdistanza alla quale posizionare due apparecchi contigui per illuminare una superficie con buona uniformità.
Per quanto riguarda la modalità di presentazione dei dati fotometrici sui cataloghi, fare riferimento alla Norma UNI 10671.

e - Precauzioni contro l'incendio

Come evitare i rischi di incendio

Per gli apparecchi di illuminazione sono da verificare, in particolare, le seguenti prescrizioni:

- rispetto della distanza minima, fra l'apparecchio e l'oggetto illuminato, stampigliata sulla targhetta (se realizzato in conformità alla Norma CEI EN 60598-1) ovvero per faretti e piccoli proiettori *sprovvisti di marcatura*, di:
  - 0,5 m per lampade di potenza fino a 100 W;
  - 0,8 m per lampade da oltre 100 fino a 300 W;
  - 1 m per lampade da oltre 300 fino 500 W.

- collocazione a distanza dalla portata dei bambini delle lampade a piantana o appoggiate su mobili, avendo altresì cura che in caso di caduta accidentale delle lampade queste non possano provocare incendi;
- collocazione dello schermo protettivo sugli apparecchi muniti di lampade ad alogeni o ad alogenuri non marcate con il simbolo che ne attesta l'autoprotezione (vedi il par. 5.6).

In generale tutti gli apparecchi dovrebbero, per quanto possibile, essere posizionati in modo da essere protetti contro gli urti accidentali.

Infine, occorre eseguire sugli oggetti illuminati le stesse verifiche di temperatura massima indicate nella norma degli apparecchi. Per esempio, se l'oggetto di stoffa è un arazzo, la sua temperatura non deve superare i 90°C.

5.3. Illuminazione di aree esterne ed interne comuni

5.3.1. Esterni comuni

L'illuminazione esterna può comprendere varie zone, quali l'ingresso all'edificio, l'accesso dalla strada, i passaggi dall'accesso all'ingresso, le scale, il verde circostante.

Criterio generale è di soddisfare in primo luogo le necessità funzionali; poi di far risaltare la bellezza degli eventuali elementi decorativi senza tralasciare ampie zone prive di illuminazione.
In particolare, per le zone funzionali sopracitate, ove è generalmente possibile collocare apparecchi a parete, ad esempio ingressi, accessi, garage, sono indicati i tipi a oblò o a tartaruga, con lampade fluorescenti compatte e distribuzione del flusso verso il basso. Al riguardo, occorre tener conto di quanto prescritto dalla Norma UNI 10819 (rif.3) per il controllo dell'inquinamento luminoso del cielo.

La Norma UNI 10819 dà alcune prescrizioni contro inquinamento luminoso del cielo

Nei passaggi esterni, per i quali occorre che l'illuminazione sia uniforme anche per rivelare le eventuali irregolarità del pavimento e per guidare il visitatore da/per l'ingresso, è consigliabile l'installazione di apparecchi fissi a testa palo o meglio integrati con il sostegno, (con lampade fluo-compatte), sia di tipo tradizionale, come le lanterne, che di tipo moderno, quali ad esempio le sfere ma con distribuzione del flusso solo verso il basso (in conformità alla Norma UNI 10819 sopracitata).
Su vie di accesso carrozzabili è preferibile l'uso di apparecchi di illuminazione stradale, in genere più efficienti.

Illuminazione delle vie di accesso

Per quanto riguarda le scale, in alternativa all'illuminazione con i suddetti apparecchi collocati in prossimità, può essere indicata la posa di apparecchi segnapasso, incassati nel piano verticale dei gradini.
Le terrazze, i balconi, ecc. possono essere illuminati in modo funzionale con faretti ad alogeni, adeguatamente schermati o da apparecchi a sospensione con lampade fluorescenti compatte.
Gli alberi ed i cespugli possono essere illuminati dall'alto a distanza oppure da terra. La prima tecnica è particolarmente adatta in caso di piante a fogliame fitto, mediante faretti o proiettori dotati di lampade a scarica ad alta intensità.

Illuminazione dei giardini

La seconda tecnica è preferibile per l'altro caso, mediante apparecchi fissi a fascio largo incassati nel terreno (a spegnimento anticipato secondo UNI 10819) oppure faretti mobili, posizionati in superficie mediante supporto a fittone e alimentati mediante cavi flessibili con presa-spina appropriate.
Le lampade più indicate per l'illuminazione dei giardini sono del tipo ad alogenuri di tonalità fredda, in quanto il colore della luce accentua il verde del fogliame; tuttavia ottimi effetti sono ottenuti anche dalla miscelazione con lampade a vapori di sodio ad alta pressione.
Un effetto assai interessante può risultare illuminando alberi e cespugli dal retro (in silhouette).
Nella maggior parte dei casi, gli apparecchi potranno essere collocati fra l'osservatore e l'oggetto da illuminare, facilitando così il controllo dell'abbagliamento mediante schermi a corredo dell'apparecchio. Comunque i giardini privati abbondano di po-

Illuminazione di zone esterne: funzionale e/o decorativa

Giardino

Statue

Laghetti
Acque ferme

Fontane

sizioni dietro cui nascondere le sorgenti luminose, quali cespugli, tronchi, grosse pietre, ecc.
L'illuminazione generale a fascio di tutta l'area è in genere insoddisfacente sul piano estetico; è preferibile concentrare l'illuminazione su pochi punti di interesse e raccordarli in modo da ottenere un insieme armonioso.
Anche la naturale eleganza dei fiori e delle aiuole può essere molto accentuata mediante una semplice, ma ben studiata illuminazione.
La soluzione comune di collocare faretti su sostegni o alberi e orientarli verso l'aiuola o la zona interessata non dà i migliori risultati; è molto più conveniente l'illuminazione localizzata mediante la posa di apparecchi decorativi mobili a forma di fiore o di fungo; questi hanno anche il vantaggio, oltre al minor consumo derivante dalla limitata distanza dal compito visivo, che durante il giorno possono integrarsi bene nel contesto del giardino, a differenza degli apparecchi strettamente funzionali.
Essendo il funzionamento limitato in genere al periodo della fioritura, questi impianti dovrebbero essere ad installazione temporanea e facilmente removibili; sono perciò indicati gli apparecchi mobili per giardini.
La resa di colore è in questi casi essenziale, per cui, dato il basso livello di illuminamento richiesto, la durata di funzionamento limitata, ed il fatto che l'impianto è mobile, è consigliabile orientarsi verso apparecchi illuminanti alimentati a bassissima tensione da un trasformatore di sicurezza (circuito SELV) e lampade ad alogenuri con riflettore incorporato e fascio largo, ad esempio 24°, di potenza minima, ad esempio 20 W.
Nel caso di statue, che possono costituire un'eccellente aggiunta al contesto, occorrerà collocare almeno un faretto, preferibilmente dall'alto, orientato in modo da rivelarne il giusto modellato senza produrre ombre grottesche.
Laghetti e fontane possono essere valorizzati mediante adeguata illuminazione. Ad esempio uno stagno può rappresentare un ottimo specchio per alberi, cespugli e statue illuminati, purché le sorgenti luminose non vengano riflesse in direzione dell'osservatore.
L'acqua corrente, come nelle fontane, cascate e tende d'acqua, può essere illuminata in modo da aggiungere scintillio al contesto mediante riflessione, rifrazione e diffusione della luce in modo continuamente vario.
Gli apparecchi, stagni all'immersione o alla sommersione (CEI EN 60598-2-18) e alimentati con circuiti SELV, possono essere installati alla base dei getti, dietro alle cascate o comunque in modo da proiettare la luce attraverso l'acqua.
Anche per queste applicazioni si richiama l'attenzione alla Norma UNI 10819.

5.3.2. INTERNI COMUNI

L'illuminazione degli interni comuni

L'illuminazione comprende in genere gli ingressi, i corridoi, le scale, le autorimesse, gli ascensori, ecc.; essa è ovviamente di tipo funzionale.
Gli apparecchi saranno quindi preferibilmente del tipo a parete o a soffitto, con lampade fluorescenti lineari o compatte; negli atri di grandi dimensioni può essere opportuno l'impiego anche di lampade ad alogenuri metallici, preferibilmente a tonalità calda (W) in apparecchi a distribuzione indiretta o dotati di validi diffusori. È da notare che detti tipi di lampade richiedono che l'impianto rimanga acceso continuamente durante la notte, in quanto la loro vita dipende dal numero di accensioni o comunque comportano tempi di avviamento inadatti all'applicazione. In questi casi è necessario installare un doppio circuito (fig. 5.3.1), di cui il primo (notturno) di base a basso livello di illuminamento (min. 5 lx) e il secondo, temporizzato, dotato di lampade fluorescenti compatte elettroniche (meglio se del tipo con alimentatore separato ed installato direttamente nell'apparecchio).

Fig. 5.3/1 Schema indicativo dell'illuminazione delle aree comuni

La disposizione dei corpi illuminanti è in genere a parete, con apparecchi (applique) distribuiti lungo le rampe: se invece è a soffitto l'apparecchio viene posato ad ogni ballatoio e con almeno un apparecchio su ogni rampa, tenendo conto della necessità di accedervi in seguito per manutenzione.

Disposizione degli apparecchi illuminanti

Per quanto riguarda le autorimesse comuni, valgono i criteri dell'illuminazione di base di cui ai punti 5.5 e 5.6 con apparecchi secondo la norma CEI 64-2 (IP44).

L'impianto di illuminazione delle zone interessate dall'ascensore, richiede, secondo la nuova EN81(rif:4), almeno 50 lx mantenuti ad ogni piano, con distribuzione del flusso allargata verso l'interno della cabina (fig. 5.3/2).

Inoltre, dovranno essere illuminate la sala macchine (200 lx a pavimento), la zona puleggie (100 lx), il vano corsa, se del caso (50 lx). Gli apparecchi da utilizzare sono comunque di tipo ordinario (IP20).

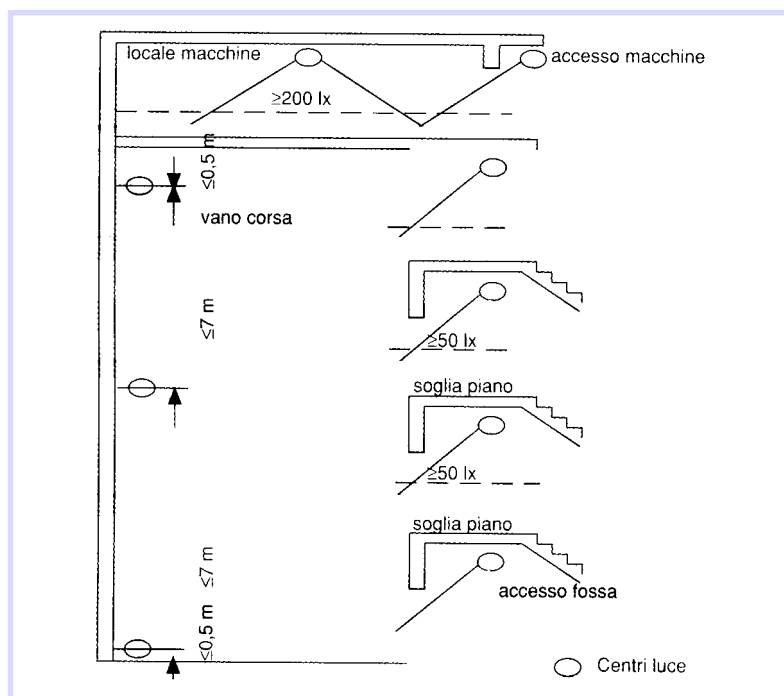



Fig. 5.3/2 Livelli di illuminamento e disposizione apparecchi per le zone ascensori

5.4. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE

DMI 16.05.87 n. 246: Illuminazione e sicurezza

L'illuminazione di sicurezza è prescritta solo per le vie di sfollamento di abitazioni di altezza (ai fini antincendio) superiore a 32 m (DMI 16.05.87 n 246). Tuttavia, in ogni edificio in cui è insita qualche attività soggetta al Dlgs 626/94 (uffici, laboratori, ecc.) i corridoi, le scale, gli androni, i passaggi e le vie di sfollamento in genere devono essere dotati di illuminazione e segnalazione di sicurezza. I valori minimi raccomandati sono riportati nella tab 5.4/1.

Illuminamento minimo per emergenza previsto da norma CEI 64-8

Tab. 5.4/1 Livelli minimi di illuminamento per emergenza

CEI 64-8 art. 752.56.5	
Illuminamento MINIMO su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano calpestio, non inferiore a:	
2 lx	Tutti gli ambienti Nei quali abbia accesso il pubblico
5 lx	In corrispondenza delle scale e delle porte

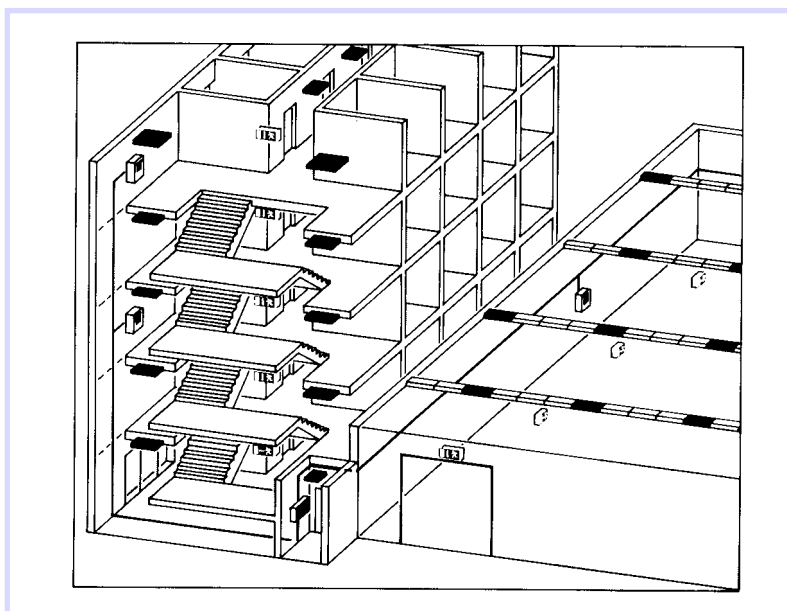



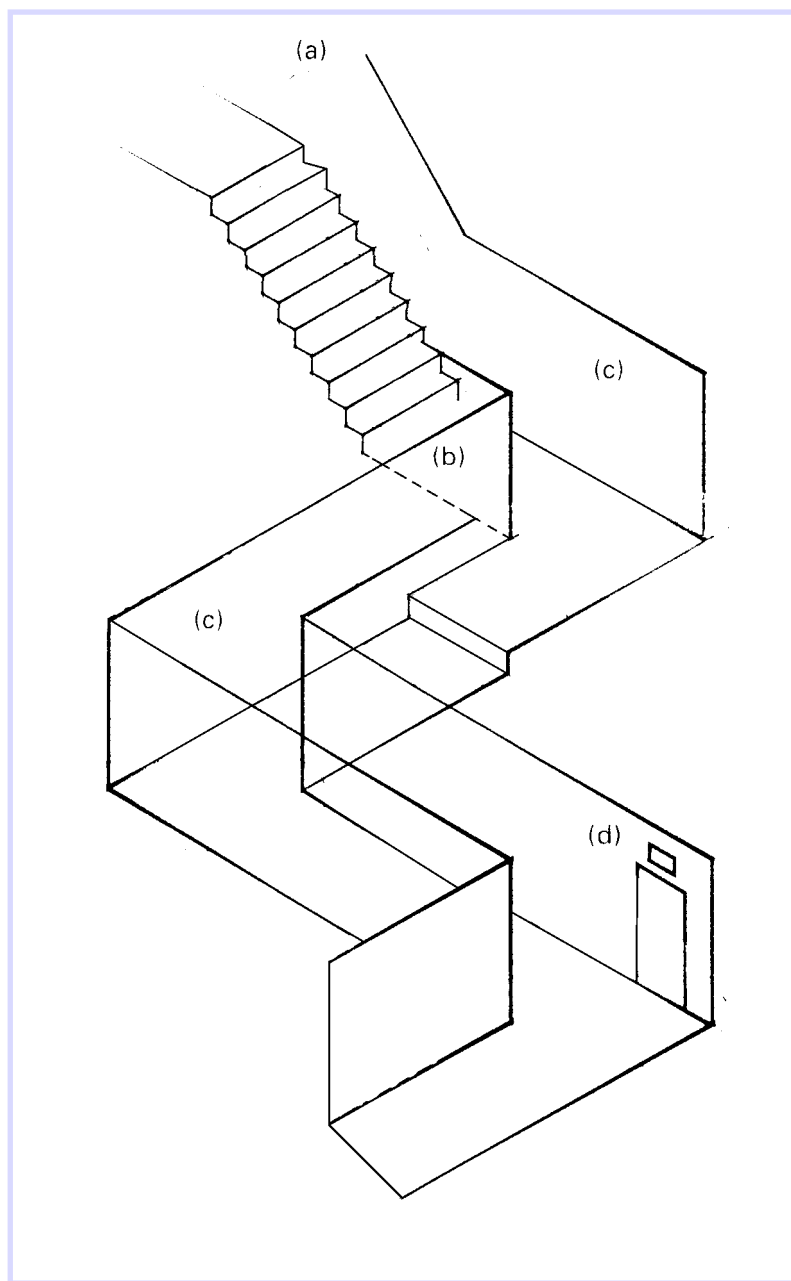
Fig. 5.4/1 Impianto di emergenza tipico

L'impianto dovrà essere composto di apparecchi di segnalazione e di illuminazione (emergenza).

Tipo di alimentazione

L'alimentazione sarà in genere del tipo autonomo (prEN50172); oppure centralizzato nel caso di servizi multipli di emergenza, quali allarmi, spegnimento incendi, ecc. (prEN 50171).

È da notare che la progettazione dell'impianto deve prevedere la collocazione obbligatoria degli apparecchi di illuminazione nei punti critici, quali le rampe, cambi di livello, cambi di direzione, uscite sia all'interno che all'esterno (fig 5.4/2). Solo dopo l'identificazione di detti punti, sarà possibile la scelta del tipo e della potenza degli apparecchi.

Fig. 5.4/2 Punti critici dell'impianto di emergenza

Punti critici per illuminazione di emergenza

Illuminazione di protezione allo studio

L'illuminazione di protezione, pur essendo per ora solo allo studio in UNI-CEN, risulta sempre più necessaria, soprattutto attorno alle aziende e alle abitazioni individuali poste in aree scarsamente illuminate.
In particolare, lo spazio dell'ingresso principale dovrebbe consentire l'identificazione di visitatori inattesi.

Modalità di accensione

L'impianto può essere:

- acceso automaticamente alla presenza di intrusi;
- mantenuto acceso tutta la notte.

Per il primo sistema è necessario impiegare lampade ad accensione immediata, cioè ad alogeni (fig. 5.2/1 da 7 a 9) attivate da un rivelatore passivo ad IR. Il consumo di energia è irrilevante, ma lo svantaggio è che se l'impianto viene attivato ripetutamente e senza risposta, costituisce di per sé il segnale di via libera ai malintenzionati.
Per il secondo sistema è conveniente l'uso di lampade a basso consumo, quali le fluo-compatte oppure a scarica ad alta intensità (fig. 5.2/1 da 15 a 24).
Gli apparecchi di illuminazione, a parete, a palo o i proiettori, dovranno in ogni caso essere resistenti ai vandalismi, con calotte o schermi infrangibili, rimovibili solo con utensili, rigidamente fissati al sostegno e installati, per quanto possibile, fuori accessibilità dall'esterno.
Il livello di illuminamento medio su tutto il perimetro interessato dell'edificio può essere dell'ordine di 2-5 lx.

5.5. EFFICIENZA ENERGETICA DELL'IMPIANTO

Sovente, prima di eseguire la progettazione dettagliata di un impianto, è necessario stimare la potenza elettrica necessaria per il funzionamento dell'impianto stesso. Questo, sia al fine di stipulare il contratto con l'ente distributore di energia elettrica, sia per poter calcolare il costo della luce corrispondente a diverse scelte tecniche, in quanto come già illustrato al paragrafo 5.1.1, tale costo è funzione anche dei consumi energetici oltre che dai parametri illuminotecnici.
Alcuni elementi utili ad effettuare tale stima in base alle dimensioni dei locali ed al tipo di impianto che si vuole realizzare, sono riportati nella tabella seguente.

Tab. 5.5/1 Carico indicativo per unità di superficie secondo il tipo di illuminazione

Apparecchio tipo	**Illuminamento medio: 50 lx (*)**	
A distribuzione	Ad incandescenza o ad alogeni	A fluorescenza o a scarica
A - Diretta	12 W/m²	3 W/m²
B - Semi-diretta	16 W/m²	4 W/m²
C - Mista	20 W/m²	5 W/m²
D - Semi-indiretta	24 W/m²	6 W/m²
E - Indiretta	32 W/m²	8 W/m²

(*) Per valori di illuminamento diversi, vale la proporzione diretta.
Per impieghi all'esterno, moltiplicare per 2.

In generale, l'uso razionale dell'energia può essere conseguito mediante:

Utilizzo razionale dell'energia

- l'impiego di apparecchiature di illuminazione, cioè lampade, alimentatori ed apparecchi *intrinsecamente efficienti*, ossia dell'ultima generazione;
- l'adozione di *sistemi automatici* di controllo e di regolazione, che consentano di utilizzare la luce diurna ad integrazione di quella artificiale negli impianti interni o di ridurre la potenza delle lampade al di fuori delle ore di punta del traffico per gli impianti stradali;
- la *programmazione* di calcolati cicli di ricambio lampade e pulizia degli apparecchi di illuminazione, al fine di limitare le potenze installate per mezzo dell'innalzamento del fattore di manutenzione dell'impianto (in fase di progettazione).

L'energia elettrica può quindi essere efficacemente convertita in luce visibile anzitutto mediante la *scelta appropriata* degli apparecchi, delle lampade e degli alimentatori.

Gli apparecchi

Il ruolo degli apparecchi è fondamentale

Come già accennato, queste macchine statiche (salvo i proiettori da discoteca) distribuiscono luce secondo svariate forme o "solidi fotometrici", e sono generalmente costituiti da un vano ottico con riflettore e/o diffusore, che è il fattore principale del rendimento e con la relativa schermatura contro l'abbagliamento.
Attraverso un'appropriata scelta dei materiali ed una precisa conformazione, il gruppo ottico può massimizzare l'utilizzo della luce emessa dalla lampada e quindi ridurre il carico complessivo.
Il fattore di riflessione può variare, a seconda del materiale, dal 60% per riflettori verniciati, al 95% per quelli in alluminio iperpuro brillantato. Tuttavia, è da notare che qualunque materiale è di scarso effetto, se il riflettore non è accuratamente calcolato e sagomato in modo da ottenere la distribuzione ottimale della luce.
L'impiego di vani ottici chiusi mediante calotte traslucide a tenuta (IP 5X o 6X) o sigillate, soprattutto nelle applicazioni esterne, è un criterio assai valido per mantenere elevato nel tempo il fattore di manutenzione e quindi l'efficienza luminosa dell'apparecchio.
Anche la schermatura, in genere indispensabile per ridurre o eliminare l'abbagliamento ai normali angoli di visione, può provocare significative cadute di rendimento fotometrico; ad esempio, i vecchi tipi per apparecchi da interno con griglia in materiale plastico assorbono fino al 50% del flusso luminoso, per cui, al limite, sarebbe bene rimuoverli o meglio, sostituire del tutto gli apparecchi stessi.
Perciò, quando si sceglie un apparecchio per una data applicazione, è necessario individuare il modello giusto: l'energia può essere risparmiata solo scegliendo tipologie che soddisfino il

compito visivo nel modo più efficace, in pratica con il massimo coefficiente di utilizzazione, al fine di ottenere un impianto che risponda adeguatamente anche ai requisiti dell'ergonomia. È ormai di fatto accertato che le condizioni di illuminazione degli ambienti, determinate principalmente dal tipo di apparecchio e dalla loro disposizione, influiscono sulle funzioni visive fisiologiche (prestazione) e su quelle psicologiche (comfort) e, di conseguenza, contribuiscono non poco alla sicurezza, produttività, benessere e senso di soddisfazione di chi lavora: condizioni di affaticamento insorgono frequentemente a seguito di attività svolte in non appropriate condizioni d'illuminazione.
Allo scopo, si segnala la recente possibilità di aiuto al progettista o installatore, derivante da un marchio prestazionale (come ad es. "IMQ Performance") che certifica i dati dichiarati dal produttore (curve fotometriche, rendimento, fattori di utilizzazione, diagrammi di abbagliamento, isolux, ecc.) per i principali tipi di apparecchi (fissi, mobili, a luce radente, proiettori, stradali, di arredo urbano, di emergenza).

Procedura CELMA per la marchiatura degli apparecchi

È inoltre in fase avanzata a livello CELMA (Comitato Europeo dei Produttori di Illuminazione) una procedura normalizzata per la classificazione degli apparecchi circa il potenziale risparmio energetico (LER= Luminaire Efficacy Rating). Tale procedura sarà più valida rispetto alla sola misura attuale del rendimento fotometrico, in quanto un efficiente apparecchio deve essere valutato anche per il tipo appropriato di curve fotometriche e per il grado di controllo dell'abbagliamento in base alle condizioni di utilizzo.
È quindi prevedibile, a breve, una targhettatura energetica anche per gli apparecchi di illuminazione, come già esiste per le lampade di uso domestico.

Le sorgenti luminose

Tipi di sorgenti luminose

La lampada ad incandescenza ordinaria converte in luce visibile solo il 5% dell'energia elettrica, il resto viene dissipato in calore. La sua efficienza luminosa è al massimo di 12 lumen / watt.
Le lampade più moderne sono assai più efficienti: ad esempio, le lampade fluorescenti compatte (una valida alternativa in molte applicazioni) hanno un'efficienza superiore di almeno 5 volte (oltre la durata da 6 a 10 volte, rispettivamente per i tipi con o senza alimentatore incorporato).
Per le applicazioni in interni, la possibilità di risparmio è data dalle lampade fluorescenti "a tre bande" che hanno efficienze dell'ordine di 90 lumen/watt, cioè del 135% rispetto al tipo "standard".
Nell'illuminazione stradale, le lampade a vapori di sodio ad alta pressione, raggiungono i 135 lumen/watt, pari al 245% rispetto alle lampade a vapori di mercurio tradizionali.

Si può quindi risparmiare energia scegliendo lampade che presentano efficienza e mantenimento del flusso più elevati per tutta la vita utile.
La classificazione energetica per le principali lampade di uso domestico è riportata su apposita targhetta posta su ogni imballo.

Gli alimentatori

Alimentatori

Tutte le lampade a scarica richiedono, come già detto, un alimentatore che mediante induttanze, capacità e resistenze, limita la corrente di lampada al valore di funzionamento prescritto.
Considerevoli risparmi possono essere ottenuti impiegando alimentatori a basse perdite o elettronici, che riducono le perdite, (che vanno dal 10% al 20%) rispettivamente del 35% e del 65%.
La classificazione energetica, per ora limitata alle applicazioni più comuni per interni, prevede sette categorie a cui è stato assegnato un indice di efficienza energetica distinto da lettere e numeri:
A1-A2-A3-B1-B2-C-D.
Le categorie "A" sono destinate agli alimentatori elettronici, "B" alle basse perdite, "C" ai convenzionali, "D" a quelli più ordinari.

I sistemi di controllo

Vari sistemi di comando di un impianto di illuminazione

Possono essere suddivisi in due principali categorie: manuali ed automatici. I primi servono semplicemente per accendere e spegnere parti dell'impianto, mentre i secondi gestiscono il comando e la regolazione.
Il comando manuale è indispensabile in ogni tipologia di locale; ad esso deve comunque potersi sovrapporre la possibilità di un comando automatico. La priorità deve comunque essere sempre del comando manuale.
I sistemi possono essere più o meno complessi in relazione al numero di parametri o condizioni da cui si vuol far dipendere l'illuminazione.

Tipo comando

Un'altra considerazione va effettuata circa la tipologia del comando: dal semplice pulsante fino al telecomando a raggi infrarossi.
La possibilità di parzializzare l'impianto in piccole zone produce significativi risparmi di energia rispetto al controllo di un ampio spazio o di un intero edificio con un solo comando.
I sistemi automatici utilizzano varie forme di sensori: dal sensore fotoelettrico che provvede a spegnere o ridurre la luminosità quando la luce esterna è in grado di fornire un significativo contributo, al temporizzatore che stabilisce le fasce orarie in cui è opportuno tenere in funzione il sistema di illuminazione, o anche i sensori di movimento che provvedono, in caso di luminosità insufficiente, ad attivare il sistema di illuminazione nei luoghi di transito al passare di una o più persone.

Sistema bus per illuminazione

Con il sistema BUS si elimina la dipendenza tipica dell'impianto tradizionale "cablaggio-funzione"

Un'altra esigenza che spesso si verifica, è rappresentata dalla necessità di sviluppare degli "scenari" precostituiti e richiamabili con un solo comando.
Al desiderio di avere una gestione più sofisticata delle utenze si aggiunge spesso la necessità di visualizzarne e variarne lo stato da una o più postazioni centralizzate.

Tutto questo può essere realizzato con un impianto tradizionale o con un "sistema bus" inserito nelle funzionalità più ampie del "building automation", ove i comandi, non solo di accensione e spegnimento delle varie parti dell'impianto di illuminazione, ma anche di altri servizi all'interno dell'edificio, come quello di climatizzazione, viaggiano insieme in modo seriale su un unico canale, tipicamente un doppino. Opportuni dispositivi di interfaccia sono necessari per il riconoscimento degli specifici messaggi destinati alle varie funzioni.
In un impianto tradizionale, essendo sostanzialmente un impianto "punto a punto", la realizzazione delle funzioni precedenti comporta la stesura di numerosi conduttori che collegano fra di loro, in modo strettamente dipendente dalle funzioni richieste, tutti i dispositivi necessari.
L'impianto a questo punto sarebbe inoltre completamente dedicato a questa funzionalità e comporterebbe inoltre una stesura di un numero considerevole di cablaggi con le relative predisposizioni; operazioni queste non sempre possibili, soprattutto quando l'impianto viene realizzato in un edificio preesistente.
Realizzando l'impianto con una tecnologia BUS ed impiegando di conseguenza componenti "intelligenti", si elimina la dipendenza, tipica dell'impianto tradizionale, "cablaggio-funzione"; il primo infatti viene ridotto al minimo indispensabile, cioè due conduttori che collegano in parallelo tutti i dispositivi , la seconda viene assicurata da una operazione di "messa in funzione", realizzata mediante un personal computer ed un adatto programma da un qualsiasi punto dell'impianto.
Quest'ultimo, inteso come l'insieme di conduttori, viene di conseguenza "privato" delle funzioni, essendo queste ultime trasferite al programma di configurazione.
Questa tecnologia consente di introdurre una notevole automazione nell'edificio riducendo al minimo l'impatto sulle strutture.
In ogni caso tali sistemi dovranno essere attentamente progettati e gestiti mediante un adeguato ed amichevole interfaccia utente, in modo da soddisfare al meglio tutte le esigenze senza complicazione alcuna; in caso contrario il destino di tali automatismi è la loro disattivazione.
I sistemi automatici di regolazione di tipo elettronico, attualmente in forte espansione, possono ridurre del 30-40% i consumi sia negli impianti interni che in quelli esterni.
Nel primo caso un sensore fotoelettrico misura la quantità di luce diurna presente al momento e regola l'illuminazione artificiale, in modo da mantenere costante il livello prefissato nell'area interessata.

Nel secondo caso, un regolatore inserito nel punto di consegna provvede alla riduzione del flusso emesso dell'ordine del 50% dopo 3 ore dall'accensione dell'impianto e lo riporta al valore iniziale a fine notte, circa un'ora prima dello spegnimento.

La manutenzione

Manutenzione

L'adeguata programmazione degli interventi può migliorare il potenziale risparmio energetico in base al tipo di ambiente, di lampada e di apparecchio.
In assenza di un ciclo di pulizia e ricambio di lampade ben definito, il livello di illuminazione scenderà drasticamente: il criterio di sovradimensionare gli impianti, fino al doppio del valore nominale, è ormai incompatibile con la buona tecnica. La scelta di apparecchi adeguati e, nel caso, a tenuta con lampade di buona qualità, a basso decadimento e l'adozione di un calcolato intervallo di manutenzione, consentono di mantenere in esercizio i livelli di illuminamento o luminanza prefissati a costi minimi.

Le interazioni con l'ambiente

Luce e ambiente

Come noto, nei grandi impianti interni, quali ad esempio i centri commerciali o gli uffici, l'impianto di illuminazione è parte integrante di un sistema che comprende riscaldamento, ventilazione e raffreddamento: se viene installato un impianto di illuminazione efficiente, che a parità di flusso generi meno calore, sarà ridotto notevolmente il consumo necessario al suo smaltimento, fino a diventare trascurabile. Tenendo conto di ciò, il potenziale risparmio di energia può aumentare in quantità rilevante; in linea di massima, ad ogni kW di illuminazione è necessario circa mezzo kW di condizionamento.

Buona progettazione fino a 2/3 di risparmio

È stato ormai provato da più parti che le attuali tecnologie illuminotecniche sono il mezzo più accessibile per conseguire notevoli risparmi di energia, dell'ordine dei 2/3.
Inoltre, una efficiente illuminazione produce molto meno calore e può ridurre i consumi per il condizionamento dei grandi edifici.
I criteri di risparmio qui richiamati, sia per gli impianti interni che esterni, sono stati finora generalmente intesi quali scelte costose ed eccessive. In realtà, hanno provato di essere validi investimenti se si tiene conto dei risparmi energetici e dei minori costi della manutenzione a programma. Queste alternative sono spesso anche applicabili agli impianti esistenti tradizionali, per i quali la sostituzione dei componenti e l'installazione di sistemi di controllo o regolazione risulta economicamente vantaggiosa.
In definitiva, la promozione del risparmio energetico verso il consumatore, la sensibilizzazione del produttore di apparecchi e componenti, l'estensione dei sistemi di controllo, l'obbligatorietà di progetti redatti da tecnici qualificati, consentiranno sicuramente di realizzare concreti guadagni in termini di consumi energetici e, di riflesso, di emissioni di gas serra e di altri inquinanti.

5.6. SIMBOLI PRINCIPALI

Nel seguito vengono indicati alcuni dei più comuni simboli usati per lampade, alimentatori ed apparecchi di illuminazione.

A) Marchi di conformità: volontari in conformità alle Norme, rilasciati da enti di certificazione a livello nazionale ed europeo (vedi cap. 16).

La certificazione dei prodotti

IMQ

ENEC

B) Marcatura obbligatoria: richiesta per legge a fronte di direttive comunitarie (vedi cap. 15)

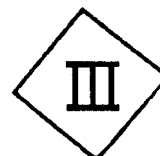
Conformità BT -EMC

C) Classi di isolamento: previste dalle Norme tecniche

La classe di isolamenti

Classe I:

Classe II:

Classe III:

D) Gradi di protezione IP per vano ottico e vani ausiliari (vedi anche cap. 6)

Contro l'ingresso dei liquidi:

IPX 1: stillicidio

IPX 3: pioggia

IPX 4: spruzzi

IPX 5: getti

IPX 7: immersione

IPX 8: sommersione

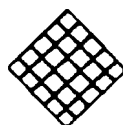
Contro l'ingresso dei corpi solidi

IP2X: dito standard — Non previsto alcun simbolo

IP4X: sonda da 1 mm — Non previsto alcun simbolo

IP6X: polvere

Gradi di protezione

Classi per superfici di montaggio

E) Classe per superficie di montaggio:

Non infiammabile:

Infiammabile:

Per incassi isolati:

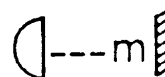
Informazioni supplementari

F) Informazioni supplementari (i simboli qui raffigurati sono riportati nella Norma CEI-EN 60598-1 Fig.1):

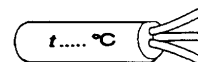
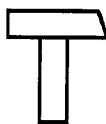
Divieto dell'uso di lampade a luce fredda:

Per lampade a cupola riflettente:

Temperatura ambiente (se diversa da 25° C):

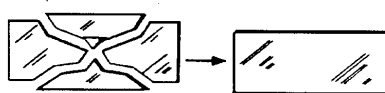
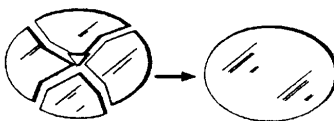
Distanza minima dagli oggetti illuminati:

A temperatura superficiale limitata:

Cavi esterni resistenti al calore:

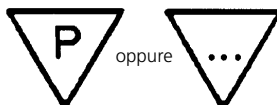
Informazioni supplementari

Per servizio gravoso:

Per uso di accenditore interno alla lampada:

Per uso di accenditore esterno alla lampada:

Installazione da parte di persona addestrata

Schermo di protezione:
(da sostituire appena rotto)

Lampade e apparecchi che non richiedono schermo di protezione:

Alimentatore indipendente:

Alimentatori protetti termicamente:

Informazioni supplementari

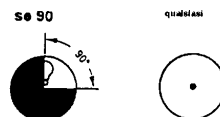
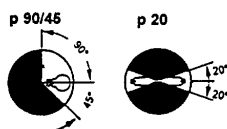
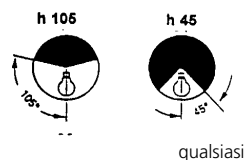
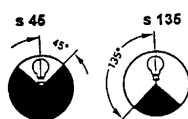
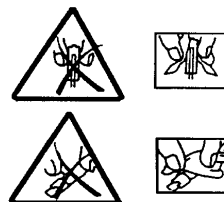
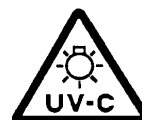
Trasformatore di sicurezza:

Lampade che richiedono lo schermo di protezione nell'apparecchio

Lampada che non consente l'uso di dispositivi per la variazione del flusso luminoso:

Posizione di funzionamento:

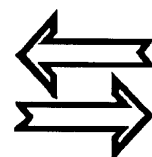
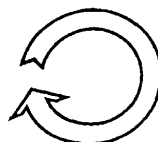
❏ AMMESSA
■ NON AMMESSA

qualsiasi

Lampade da non toccare a mani nude:

Pericolo di emissione UV-C (in approvazione):

Pericolo di danno agli occhi, da lampade IR:

Lampada da non usare, anche se funzionante, con involucro esterno rotto:

Informazioni supplementari

Pericolo di scossa elettrica per gli apparecchi con accenditore (ad es. con lampade ad alogenuri o sodio a.p.):

Imballaggio riutilizzabile (GUCE 18/12/96):

Imballaggio riciclabile (GUCE 18/12/96):

5.7. GLOSSARIO

Temperatura di colore (K)

Temperatura di colore

Apparenza del colore di una sorgente luminosa. Essa viene espressa in gradi Kelvin (K) e corrisponde alla temperatura di un corpo metallico (platino) quando viene riscaldato fino ad emettere una luce di colore simile a quella della sorgente in esame.
Alcuni esempi:
fiamma: 2000 K;
lampada ad alogeni (incandescenza): 3000 K;
lampada ad alogenuri a luce fredda (a scarica ad alta intensità): 6000 K.

Viene riportata sui cataloghi ed, in forma abbreviata, sui principali tipi di lampade (ad es. 27 corrisponde a 2700 K);

Resa di colore (Ra)

Resa di colore

Effetto sull'apparenza di un oggetto prodotto dalla sorgente luminosa in esame rispetto a quella di riferimento (diurna codificata).
Viene riportato sui cataloghi ed, in forma abbreviata, sui principali tipi di lampade (ad es. 9 corrisponde a Ra (90): il suo valore massimo è 100% (Ra=100). Esso dice in pratica quanto il colore di un oggetto illuminato artificialmente sia prossimo al colore sotto l'illuminazione naturale.

Illuminamento

Illuminamento (E)

Quantità di flusso luminoso per m^2 di superficie illuminata. Si misura in lux (lx) ed è il parametro principale per il calcolo dell'illuminazione. L'espressione basilare è:

$$E = \Phi / S$$

dove:
Φ = flusso emesso (lm)
S = Area illuminata (m^2)

Alcuni esempi:
- a luna piena E = 0,2 lx
- in una cucina E = 200 lx
- al sole E = 100.000 lx

Al paragrafo 5.1.2 sono illustrati il metodo del flusso, per calcolare l'illuminamento medio di un ambiente e quello dell'intensità, per ricavare l'illuminamento su qualsiasi punto di una superficie.

Flusso luminoso

Flusso luminoso (Φ)

Potenza luminosa emessa dalla lampada, misurata in lumen (lm). I valori tipici di ogni lampada sono riportati sui cataloghi e, per quelle principali, nella Tab. 5.2/1.

Efficienza

Efficienza (η)

Rapporto fra il flusso luminoso e la potenza elettrica nominale in lumen/watt (lm/W).
Ad esempio, una lampada fluorescente da 18 W produce un flusso di 1200 lm, per cui l'efficienza risulta: 1200/18 = 67 lm/W.
Quando il flusso luminoso è riferito alla potenza totale, comprese quindi le perdite negli alimentatori (delle lampade a scarica), l'efficienza complessiva è più bassa e va valutata caso per caso, secondo il tipo di alimentatore (convenzionale, a basse perdite, elettronico).

Intensità luminosa

Intensità luminosa (I)

Quantità di flusso luminoso distribuito in una determinata direzione; il suo valore, ad eccezione delle lampade nude, dipende dal gruppo ottico dell'apparecchio o dal riflettore incorporato nella lampada. È misurata in candele (cd).
Essa viene utilizzata in primo luogo per identificare e confrontare facilmente le prestazioni luminose mediante le curve fotometriche di ripartizione.
Dette curve appaiono sui cataloghi degli apparecchi e delle lampade a riflettore. I valori in cd indicati sono rapportati al valore

di 1000 lm del flusso di lampada, al fine di poter utilizzare le stesse curve con sorgenti di potenza diversa. Le curve di ripartizione rappresentate su diagramma polare danno una immediata valutazione della distribuzione spaziale della luce.

CAPITOLO 6

GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

6. GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

6.1. GENERALITÀ

Livelli di protezione

Gli apparecchi che fanno parte di un impianto elettrico sono normalmente racchiusi in un involucro (contenitore, cassetta, quadro elettrico), il quale può avere i seguenti compiti:

- protezione delle persone contro il contatto diretto con parti in tensione;
- protezione contro l'ingresso d'acqua;
- protezione contro l'ingresso di corpi solidi (polveri, parti metalliche, altro);
- protezione contro la fuoriuscita di arco elettrico o di perline metalliche che possono costituire un pericolo di incendio o di esplosione, in quest'ultimo caso si ricorre alle apparecchiature "antideflagranti" (non trattate in questo volume).

Tali funzioni sono svolte dagli involucri in misura diversa in connessione con le loro caratteristiche costruttive.
Il progettista dell'involucro deve scegliere di volta in volta a quale grado di protezione debbano rispondere i vari involucri.

6.2. NORMATIVA

Normativa vigente

Gli Enti normatori si sono preoccupati di emanare una normativa (evoluta nel tempo) utilizzando tra l'altro le esperienze fatte nei vari Paesi. La norma oggi in vigore è la CEI-EN 60529 (CEI 70-1) "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)" (fig. 6.2/1), ma in alcuni fascicoli di norme (elettrodomestici, prese a spina, apparecchi di illuminazione) sono ancora presenti alcuni simboli delle norme emanate a suo tempo dalla CEEel (Commissione Europea sulle norme per l'approvazione dell'apparecchiatura elettrica) che ha cessato da qualche decennio la sua attività.

L'attitudine di un involucro a proteggere le parti in esso contenute è espresso dal codice IP ("International Protection", - "Protezione Internazionale"), seguito da due cifre, alle quali possono aggiungersi altre due lettere addizionali (fig. 6.2/1).

Cifre e lettere caratteristiche

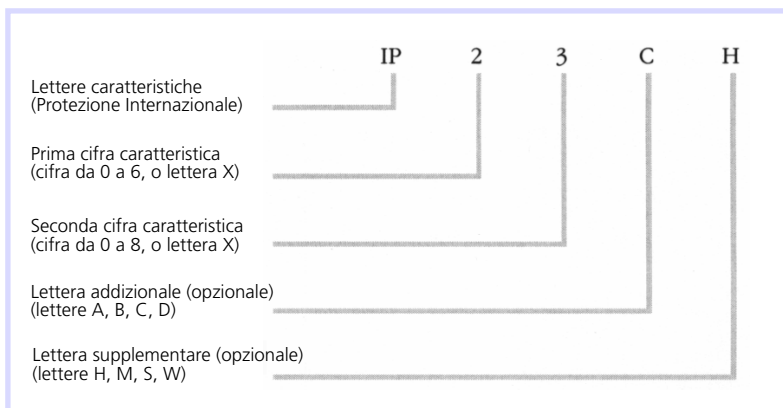



Fig. 6.2/1 Struttura del codice IP

Significato lettere addizionali

Il significato delle cifre e delle lettere addizionali è il seguente:

- La prima cifra caratteristica indica che:
    - l'involucro assicura la protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose contenute nell'involucro stesso;
    - l'involucro assicura la protezione dell'apparecchiatura contenuta contro la penetrazione di corpi solidi estranei.

  Essa è un numero da 0 a 6, il cui significato è indicato nella Tab. 6.2/1, ricavata riassumendo le indicazioni riportate in due distinte tabelle della Norma, al fine di rendere più immediate le prescrizioni.
  I calibri e i metodi di prova sono normalizzati dalla Norma citata.

- La seconda cifra è un numero da 0 a 8: operativamente il significato del numero è indicato nella Tab. 6.2/2.

Tab. 6.2/1 Significato della prima cifra caratteristica

Prima cifra	Protezione delle persone	Protezione contro i corpi estranei	Prova da effettuare
0	Nessuna protezione.	Nessuna protezione.	Nessuna prova.
1	Protezione contro l'accesso a parti pericolose del dorso della mano.	Protezione contro l'accesso di corpi solidi con diametro ≥ 50 mm.	Il calibro (sfera con diametro di 50 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 50 N.
2	Protezione contro l'accesso a parti pericolose del dito.	Protezione contro l'accesso di corpi solidi con diametro ≥ 12,5 mm.	- Il calibro (sfera con diametro di 12,5 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 30 N. - Il dito di prova articolato (diametro 12 mm, lunghezza 80 mm) deve rimanere ad una adeguata distanza dalle parti pericolose.
3	Protezione contro l'accesso a parti pericolose con un attrezzo (es. cacciavite).	Protezione contro l'accesso di corpi solidi con diametro ≥ 2,5 mm.	Il calibro (asta di acciaio con diametro di 2,5 mm e lunghezza di 100 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 3 N.
4	Protezione contro l'accesso a parti pericolose con un filo.	Protezione contro l'accesso di corpi solidi con diametro ≥ 1 mm.	Il calibro (asta di acciaio con diametro di 1 mm e lunghezza di 100 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 1 N.
5	Protezione contro l'accesso a parti pericolose con un filo.	Parziale protezione contro la polvere.	- Il calibro (asta di acciaio con diametro di 1 mm e lunghezza di 100 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 1 N. - La polvere non deve penetrare in quantità tale da nuocere agli apparecchi installati.
6	Protezione contro l'accesso a parti pericolose con un filo.	Totale protezione contro la polvere.	- Il calibro (asta di acciaio con diametro di 1 mm e lunghezza di 100 mm) non deve penetrare nell'involucro quando forzato con una forza di 1 N. - La polvere non deve penetrare.
Nota il diametro massimo del calibro di prova non deve penetrare attraverso l'involucro.			

Tab. 6.2/2 Significato della seconda cifra caratteristica

Seconda cifra caratteristica	Gradi di protezione		Condizioni di prova, vedere
	Descrizione sintetica	Descrizione completa	
0	Non protetto.	–	–
1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua.	Le gocce d'acqua che cadono verticalmente non devono provocare effetti dannosi.	14.2.1
2	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua con un'inclinazione dell'involucro fino a 15°.	Le gocce d'acqua che cadono verticalmente non devono provocare effetti dannosi quando l'involucro è inclinato fino a 15° rispetto alla sua posizione verticale.	14.2.2
3	Protetto contro la pioggia.	L'acqua che cade a pioggia da una direzione facente con la verticale un angolo fino a 60° non deve provocare effetti dannosi.	14.2.3
4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua.	L'acqua spruzzata sull'involucro da tutte le direzioni non deve provocare effetti dannosi.	14.2.4
5	Protetto contro i getti d'acqua.	L'acqua proiettata con un getto sull'involucro da tutte le direzioni non deve provocare effetti dannosi.	14.2.5
6	Protetto contro i getti d'acqua potenti.	L'acqua proiettata con getti potenti sull'involucro da tutte le direzioni non deve provocare effetti dannosi.	14.2.6
7	Protetto contro gli effetti dell'immersione temporanea.	Non deve essere possibile la penetrazione d'acqua in quantità dannosa quando l'involucro è immerso temporaneamente in acqua in condizioni specificate di pressione e di durata.	14.2.7
8	Protetto contro gli effetti dell'immersione continua.	Non deve essere possibile la penetrazione d'acqua in quantità dannosa quando l'involucro è immerso in acqua con continuità nelle condizioni concordate tra il costruttore e l'utente, ma che sono più severe di quelle previste per la seconda cifra caratteristica 7.	14.2.8

La lettera X viene utilizzata al posto della 1ª e/o 2ª quando non è necessario indicare uno specifico grado di protezione.

- La prima lettera addizionale (Tab. 6.2/3) consente di definire lo specifico grado di protezione delle "persone" contro l'accesso a parti pericolose, per cui può essere utilizzata (a se-

conda delle esigenze) in aggiunta alla prima cifra (es. IP2XB) o senza la prima cifra (es. IPXXB);

- La seconda lettera addizionale può essere utilizzata per specificare i significati indicati nella Tab. 6.2/4.

Tab. 6.2/3 Significato della prima lettera addizionale

Lettera addizionale	Gradi di protezione	
	Descrizione sintetica	**Descrizione completa**
A	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano.	Il calibro di accessibilità di diametro 50 mm deve mantenere un'adeguata distanza dalle parti pericolose.
B	Protetto contro l'accesso con un dito.	Il dito di prova articolato di diametro 12 mm e di lunghezza 80 mm deve mantenere un'adeguata distanza dalle parti pericolose.
C	Protetto contro l'accesso con un attrezzo.	Il calibro di accessibilità di diametro 2,5 mm e di lunghezza 100 mm deve mantenere un'adeguata distanza dalle parti pericolose.
D	Protetto contro l'accesso con un filo.	Il calibro di accessibilità di diametro 1,0 mm e di lunghezza 100 mm deve mantenere un'adeguata distanza dalle parti pericolose.

Tab. 6.2/4 Significato della seconda lettera addizionale

Lettera	Significato
H	Apparecchiatura ad alta tensione.
M	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua, quando le parti mobili dell'apparecchiatura (per es. rotore di una macchina rotante) sono in moto.
S	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua, quando le parti mobili dell'apparecchiatura (per es. rotore di una macchina rotante) non sono in moto.
W	Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate e dotato di misure o procedimenti protettivi addizionali.

Esempi

- IP23: protezione contro l'accesso del dito e protezione dalla pioggia;
- IP2X: protezione contro l'accesso del dito, nessuna indicazione sulla protezione dai liquidi;
- IPX3: nessuna indicazione sull'accesso di corpi solidi, protezione contro la pioggia;
- IP23D: protezione contro l'accesso del dito, protezione dalla pioggia, il filo da 1 mm che penetra deve mantenersi ad una distanza adeguata dalle parti pericolose;
- IP2XD: protezione contro l'accesso del dito, nessuna indicazione sulla protezione dai liquidi; il filo da 1 mm che penetra deve mantenersi ad una distanza adeguata dalle parti pericolose;
- IPX1D: nessuna indicazione sull'accesso di corpi solidi, protetto contro la caduta verticale di getti d'acqua; il filo da 1 mm che penetra deve mantenersi ad una distanza adeguata dalle parti pericolose;
- IPXXD: nessuna indicazione sull'accesso di solidi o la penetrazione di liquidi, ma il filo da 1 mm che penetra deve mantenersi ad una distanza adeguata dalle parti pericolose.

6.3. Elenco di alcuni impianti o locali dove sono prescritti gradi di protezione IP (minimi)[1]

Tipo di impianti o locali dove è prescritto il grado di protezione

Tipo di impianto - luogo		Norma-articolo	Grado di protezione	Note
Aree elettriche chiuse	Interno	CEI 11-1 7.1.3.2	IP2X	Protezione contro contatti diretti.
	Esterno	CEI 11-1 7.1.3.1	IP23D	Nel caso di protezione con involucri.
Autorimesse	Non soggette a CEI 64-2/A	Guida CEI 64-50 4.6.1	IP4X	Apparecchi di illuminazione, apparecchi di comando, prese a spina, impianti a vista.
	Soggette a CEI 64-2/A	CEI 64.2/A App. A 3.01.1	IP44	Zone C3Z2
Bagni e docce	Zone 1-2	CEI 64-8/7 701.512.2	IPX4	-----
	Zone 3	CEI 64-8/7 701.512.2	IPX1	-----
	Zone 1-2-3	CEI 64-8/7 701.512.2	IPX5	Bagni pubblici, se pulizia eseguita con getto d'acqua.
	Contatti diretti	CEI 64-8/7 701.411.1.3.7	IPXXB	Compresi circuiti SELV

1. La Norma CEI 64-2, citata nella seguente tabella, è stata abrogata e sostituita dalle Norme CEI 31-30 e CEI 31-33; essa resta in vigore solo per i capitoli relativi al rischio dovuto alla presenza di sostanze esplosive e di polveri infiammabili e per le Appendici riportate nella Norma CEI 64-2/A. La Norma CEI 64-2/A sarà abrogata completamente il 1° settembre 2001.

<table>
<tr><td>Bar</td><td>Prese a spina, interruttori</td><td>Progetto C. 777
13.4</td><td>IPX4</td><td>Prese a spina installate sul banco o che possono essere investite da liquidi</td></tr>
<tr><td>Cabine prefabbricate</td><td>Involucro esterno</td><td>CEI 17-63
5.4.1</td><td>IP23D</td><td>-----</td></tr>
<tr><td>Campeggi</td><td>Prese a spina</td><td>CEI 64-8/7
708.5.4.3</td><td>IP55</td><td>Anche altri componenti elettrici esposti alla pioggia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cantieri di costruzione o demolizione</td><td>Prese a spina</td><td>CEI 17-13/4
7.2.1.3</td><td rowspan="2">IP43</td><td>Prese a spina non protette dall’involucro dell’ASC devono avere IP43 anche a spina tolta.</td></tr>
<tr><td>Quadri elettrici ASC</td><td>CEI 17-13/4
7.2.1.1</td><td>Quando la porta non può essere chiusa il grado di protezione deve essere almeno IP43.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Centrali termiche</td><td rowspan="2">A gasolio: classe del compartimento≥30</td><td>CEI 64-8/7
751.04.4</td><td rowspan="2">IP4X</td><td rowspan="2">IP4x per tutti i componenti elettrici e conduttore a vista, ubicati nel volume compreso entro 3 m di altezza a partire dalla soglia della porta.
Per i motori IP4X per le morsettiere, IP2X per le altre parti attive.</td></tr>
<tr><td>64-2/A-f</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Generatori di aria calda, cucine per comunità a GPL (>35 kW)</td><td>CEI 64-2/A
App. B; B.3
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="2">IP4X</td><td>IP4X è richiesto nella zona C3Z2 (ad eccezione della fascia di 0,5 m dal pavimento dove è richiesto IP44) per i componenti che possono produrre archi e scintille.</td></tr>
<tr><td></td><td>È richiesto IP44 per i componenti installati nella zona C3Z2 all'aperto, connessa con il dispositivo di comando manuale.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Generatori di aria calda, cucine per comunità a metano (>35 kW)</td><td>CEI 64-2/A
App. B; B.3
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="2">IP4X</td><td>IP4X è necessario per i componenti che possono produrre archi e scintille nella zona C3Z2. Nella fascia di 0,5 m al di sotto dell’apertura di ventilazione è richiesto IP44.</td></tr>
<tr><td></td><td>Ip44 è richiesto nella zona C3Z2 per i componenti che possono produrre archi o scintille nella zona all’aperto connessa con il dispositivo di comando manuale.</td></tr>
</table>

	Inserite in un processo industriale	CEI 64-2/A App. J; J.3 (vedi nota 1 pag. 100)	IP44	IP44 richiesto per componenti che possono produrre archi o scintille, sistemati nella zona pericolosa del generatore di calore.
Centrali termiche	Generatori di aria calda, cucine per comunità a GPL (>35 kW)	CEI 64-2/A App. B; B.3 (vedi nota 1 pag. 100)	IP44	IP44 richiesto per componenti che possono produrre archi o scintille nella zona C3Z2, nella fascia di 0,5 m, dal pavimento.
				IP44 richiesto per componenti che possono produrre archi o scintille nella zona C3Z2, determinata da dispositivo di manovra manuale.
	Generatori di aria calda, cucine per comunità a metano (>35 kW)	CEI 64-2/A App. B; B.3 (vedi nota 1 pag. 100)	IP44	IP44 richiesto per componenti che possono produrre archi o scintille nella zona C3Z2, nella fascia di 0,5 m al di sotto delle aperture di ventilazione.
				IP44 richiesto per componenti che possono produrre archi o scintille nella zona C3Z2 all'aperto, determinata dal dispositivo di intercettazione manuale.
Centri commerciali	Ambienti con possibile spargimento di liquidi	Guida CEI 64-51 5.2	IPX4	Valido per installazione a pavimento o a parete.
	Ambienti con pulizia a getto d'acqua			Per installazione a soffitto. Per quella a parete. IPX5
	Prese a spina all'esterno	Guida CEI 64-51 9.7	IP44	Soggette a pioggia: IP43 Soggette a spruzzi: IP44
Connessioni	Nei canali	CEI 64-8/5 526.1	IPXXB	Sono vietate le connessioni nei tubi.
Edifici pregevoli per arte e storia	Quadri elettrici	CEI 64-15 3.5.1	IP2XC	In presenza di pubblico.
	Tubazioni in vista	CEI 64-15 6.1.3		IP4x consente l'utilizzo di tubazioni preesistenti non conformi alle norme.

Edifici residenziali	Impianti all'aperto	Guida CEI 64-50 4.4; 4.7	IP43	Questo IP è consigliato.
Equipaggia-mento elettrico della macchina	Dopo l'apertura di involucri con chiave o utensile	CEI 44-5 6.2.2a	IPXXA o IP1X	Per le parti attive montate sulla faccia interna delle porte.
	Dopo l'apertura di involucri con utensili	CEI 44-5 6.2.2a	IPXXB o IP2X	Per le parti attive toccabili durante operazioni sotto tensione.
	Dopo l'apertura di involucri dotati di interblocco	CEI 44-5 6.2.2b	IPXXB o IP2X	Per le parti che restano in tensione dopo l'apertura del dispositivo di sezionamento.
	Dopo l'apertura di involucri senza chiave e senza interblocco	CEI 44-5 6.2.2c	IPXXB o IP2X	Per tutte le parti attive.
	Involucri	CEI 44-5 6.2.2	IPXXD o IP4X	Per le parti superiori degli involucri facilmente accessibili.
	Involucri dei motori	CEI 44-5 15.2	IP23	Può essere richiesto IP più restrittivo.
	Posti con tensioni residue (es. spinotti)	CEI 44-5 6.2.4	IP23	Quando il tempo di scarica > 1 s.
	Spine, prese, connettori	CEI 44-5 5.3.2	IP23	Per le parti collegate all'alimentazione.
	Cavi, collettori, sbarre collettrici, anelli collettori	CEI 44-5 13.8.1	IP2X	IP4X è richiesto per le parti superiori degli involucri facilmente accessibili.
	Dispositivi di comando e controllo	CEI 44-5 10.1.3	IPXXD	IP va aumentato se c'è presenza di: liquidi, gas, vapori, polveri.
	Quadri	CEI 44-5 12.3	IP22	IP22 non è richiesto: nelle aree elettriche, quando si utilizzano collettori amovibili su cavi collettori o sistemi di sbarre collettrici, in quadri protetti con barriere.
	Condotti	CEI 44-5 14.5.1	IP33	-----
Fontane	Zona 0	IEC 60364-7-702	IPX8	Apparecchi in immersione continua.
	Zona 1	IEC 60364-7-702	IPX5	Apparecchi soggetti a getto d'acqua.
Generatori di acqua calda e apparecchi per l'accumulo del calore, alimentati a gasolio	Classe del compartimento≥30	CEI 64-8/7 751.04.4	IP4X	IP4X vale per tutti i componenti elettrici installati nello spazio di 1,5 x 1,5 x 3 m (altezza) Vale anche per le condutture in vista. Per i motori IP4X vale per le custodie delle morsetterie per le altre parti è sufficiente IP2X.

Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione	Circuiti	CEI 79-2 3.2.02	IP2X	Vale anche per i circuiti a bassissima tensione.
	Apparecchiature (all'interno)	CEI 79-2 4.2.01	IP3X	Per ambienti interni, esclusi quelli polverosi o inquinati.
	Apparecchiature (all'esterno)	CEI 79-2 4.2.01	IP34	-----
Impianti di illuminazione pubblica e insegne luminose	Componenti installati ad altezza ≥ 3 m dal suolo	CEI 64-7 3.4.2	IP22	Per componenti non destinati a funzionare sotto la pioggia.
	Componenti installati ad altezza ≥ 3 m dal suolo	CEI 64-7 3.4.2	IP23	Per componenti non destinati a funzionare sotto la pioggia.
	Componenti installati ad altezza ≤ 3 m dal suolo	CEI 64-7 3.4.2	IP43	-----
	Vano in cui è installata la lampada	CEI 64-7 3.4.2	IP44	Per apparecchi dotati di coppa protettiva.
	Componenti interrati o installati in pozzetti	CEI 64-7 3.4.2	IP57	-----
Impianti elettrici nei mobili	Parti attive	CEI 64-11 3.4.03	IPXXB o IP2X	Vale anche per le parti attive protette con materiali isolanti non affidabili (carta, cotone, vernice,…).
	Prese a spina	CEI 64-11 2.1.04.3	IP4X	Per prese installate con direzione di inserzione rivolta verso l'alto di angolo > 30°.
Locale batterie	Accumulatori stazionari al piombo privi di coperchio	CEI 21-6/3 1.1.4	IP44	-----
Locali adibiti ad uso medico	Locali anestesia e chirurgia, dove si fa uso di anestetici che possono formare miscele esplosive	CEI 64-4 3.5.02 [2]	IP44	Per i componenti installati entro una fascia di 0,5 m dal piano di calpestio.
Locali contenenti riscaldatori per saune	Protezione contro i contatti diretti	CEI 64-8/7 703.512.2	IP24	Per tutti i componenti elettrici, anche SELV.
Luoghi di produzione, lavorazione, deposito di ammoniaca (C1Z2; AD-FT)	Motori	CEI 64-2/A App. Q Q 3.01 (vedi nota 1 pag. 100)	IP45	Per motori asincroni a gabbia.
	Componenti elettrici	CEI 64-2/A App. Q Q 3.01 (vedi nota 1 pag. 100)	IP55	-----

2. Dal 1° settembre 2001 questa norma sarà sostituita dalla norma CEI 64-8/7 V2.

<table>
<tr><td rowspan="18">Luoghi con pericolo di esplosione</td><td>Impianti con costruzioni a sicurezza aumentata “e”</td><td>CEI 31-33
11.1
11.3.2
14.1</td><td>IP2X</td><td>IP2X è idoneo anche per le custodie con “parti isolate” quando le costruzioni sono utilizzate in luoghi protetti contro l’ingresso di corpi estranei o liquidi. Se le parti attive sono “nude” è necessario IP4X. Se le custodie contenenti parti isolate, sono installate in luoghi con presenza di gas, è prescritto IP44. Se le custodie contengono parti attive “nude” si deve utilizzare IP54. I dispositivi di entrata dei cavi devono garantire IP54.</td></tr>
<tr><td>C0Z1
(AD-PE; AD-T)</td><td rowspan="3">CEI 64-2
Cap. VI
Tab. IV
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="3">IP6X</td><td rowspan="3">Negli impianti AD-FT, IP6X è consentito (invece di IP55, ad eccezione degli alberi rotanti per trasmissione di potenza per i quali è prescritto IP55.</td></tr>
<tr><td>AD-FT</td></tr>
<tr><td>C2 polveri “conduttrici” (AD–T; AD–FT)</td></tr>
<tr><td>Luoghi per processi di verniciatura e similari (AD-FT)</td><td>CEI 64-2/A
App. D
D.3</td><td>IP44</td><td>Per luoghi artificialmente non AD, entro 3 m (in tutte le direzioni) dal pelo libero del recipiente aperto.</td></tr>
<tr><td>C0Z2 (AD–T)</td><td rowspan="5">CEI 64-2
Cap. VI
Tab. IV
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="5">IP44</td><td rowspan="5">Negli impianti AD–FT è consentito IP5X, ad eccezione degli alberi rotanti per trasmissione di potenza, per i quali è richiesto IP44.</td></tr>
<tr><td>C0ZR
(AD–T, AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C1ZR (AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C2 polveri “non conduttrici”
(AD–T, AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C3Z2 (AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C0Z2 (AD–FT)</td><td rowspan="5">CEI 64-2
5.7.5.2
Cap. VI
Tab. IV
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="5">IP5X</td><td rowspan="5">Negli impianti AD–FT, IP5X può essere utilizzato invece di IP44 ad eccezione degli alberi rotanti dove è richiesto IP44.</td></tr>
<tr><td>C0ZR
(AD–T, AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C1ZR (AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C2 polveri “non conduttrici”
(AD–T, AD–FT)</td></tr>
<tr><td>C3Z2 (AD–FT)</td></tr>
<tr><td>Impianto AD–I</td><td>CEI 64-2
Cap. IX, sez. 4
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td>IP54</td><td>Per custodie all’aperto o in condizioni gravose.</td></tr>
<tr><td>C0Z1 (AD–PE; AD–T; AD–FT)</td><td rowspan="2">CEI 64-2
Cap. VI
Tab. IV
(vedi nota 1 pag. 100)</td><td rowspan="2">IP55</td><td rowspan="2">Negli impianti AD–FT si può utilizzare IP6X, ad eccezione degli alberi rotanti per trasmissione di potenza, per i quali è necessario IP55.</td></tr>
<tr><td>C2 polveri “conduttrici”
(AD–T, AD–FT)</td></tr>
</table>

Locali di pubblico spettacolo	Apparecchi di illuminazione (lampade)	CEI 64-8/7 752.55.2	IPXXB	Per apparecchi installati a portata di mano fino a 2,5 m di altezza.
	Apparecchi di illuminazione per palcoscenico	CEI 64-8/7 752.55.5	IP4X	Per apparecchi installati ad altezza > 2,5 m.
Luoghi a maggiore rischio in caso di incendio	Di tipo C: motori	CEI 64-8/7 751.04.4	IP2X	Per le custodie delle morsettiere dei collettori è richiesto IP4X.
	Di tipo A, B, C: canali o tubi metallici	CEI 64-8/7 751.04.1	IP4X	Cavi rispondono alla norma CEI 20-22, se non posati individualmente.
	Di tipo B: canali o tubi metallici	CEI 64-8/7 751.04.3.1		Per i componenti che possono produrre archi o scintille.
	Di tipo C: componenti dell'impianto, motori, apparecchi di illuminazione (escluse condutture)	CEI 64-8/7 751.04.4		Se il combustibile è in posizione definita, IP4X si riferisce solo ai componenti sistemati nella zona circostante. Per i motori IP4X vale per le custodie delle morsettiere, per le parti attive è richiesta IP2X. Per gli apparecchi di illuminazione IP4X non si applica alle lampade.
Luoghi ordinari	Protezione contro i contatti diretti	CEI 64-8/4 412.2.1	IPXXB o IP2X	Per alcuni componenti elettrici per usi domestici e similari è prescritto un IP maggiore.
	Superfici superiori orizzontali a portata di mano	CEI 64-8/4 412.2.2	IPXXB o IP4X	-----
	Protezione contro le ustioni (parti che superano le temperature di cui alla tab. 42A)	CEI 64-8/4 423	IPXXB	Per componenti elettrici a portata di mano (esclusi quelli conformi alle norme di prodotto).
	Tubi protettivi e canali non propaganti la fiamma, sezione max $710\ mm^2$ con resistenza al fuoco specificata, attraversanti la struttura dell'edificio	CEI 64-8/5 527.2.4	IP33	IP33 vale anche per l'estremità del tubo o canale che penetra in ambiente chiuso. Se IP < IP33 è richiesta barriera antifiamma.

Luoghi ordinari e locali di pubblico spettacolo	Scatole affioranti con prese a spina aventi direzione di intersezione orizzontale, o quasi	CEI 64-8/5 537.5.2 *commenti* CEI 64-8/7 752.55.1	IP2X	Raccomandato solo per il passaggio e l'entrata dei cavi. Nel caso di pulizia con liquidi IP52.
			IP4X	Raccomandato sul contorno del coperchio. Nel caso di pulizia con liquidi IP52.
	Scatole affioranti con prese a spina aventi direzione di intersezione verticale, o quasi		IP5X	Raccomandato sia sul contorno del coperchio che per l'entrata dei cavi. Nel caso di pulizia con liquidi IP52.
Piscine	Protezione contro i contatti diretti	CEI 64-8/7 702.411.1.3.7	almeno IPXXB	Vale anche per circuiti SELV, per qualunque valore della tensione nominale.
	Zona 0	CEI 64-8/7 702.512.2	IPX8	-----
	Zona 1	CEI 64-8/7 702.512.2	IPX5	Per piscine piccole, all'interno non pulite con getto d'acqua, è sufficiente IPX4.
	Zona 2	CEI 64-8/7 702.512.2	IPX5	IPX5 è richiesto nel caso di pulizia con getto d'acqua.
	Zona 2 (all'aperto)	CEI 64-8/7 702.512.2	IPX4	IPX5 necessario nel caso di pulizia a getto d'acqua.
	Zona 2 (coperta)	CEI 64-8/7 702.512.2	IPX2	IPX5 è richiesto nel caso di pulizia con getto d'acqua.
Quadri elettrici	Protezione contro i contatti diretti	CEI 17-13/1 7.4.2.2.1	IPXXB o IP2X	Per le superfici esterne.
	Di distribuzione ASD: protezione contro i contatti diretti	CEI 17-13/3 7.4.2.2.1	IP2XC	Per le superfici esterne al quadro.
	Suddivisioni interne al quadro mediante barriere e diaframma	CEI 17-13/1 7.7	IPXXB o IP2X	Per le parti di unità funzionali adiacenti è richiesto IPXXB: Contro la penetrazione di corpi solidi è previsto IP2X.
	Con isolamento completo	CEI 17-13/1 7.4.3.2.2	IP3XD	-----
	Installati all'aperto senza protezione supplementare (es. tettoia)	CEI 17-13/1 7.4.3.2.2	IPX3	-----
Ristoranti	Cucina	Progetto C. 777 14.5.2/4	IP4X	Per prese a spina, interruttori, apparecchi di illuminazione.
SELV-PELV	Ambienti ordinari	CEI 64-8/4 411.1.4.3 411.1.5.1	IPXXB o IP2X	Per tensione > 25 V in c.a. o 60 V c.c.

CAPITOLO 7

IMPIANTO DI TERRA

7. IMPIANTO DI TERRA

7.1. DEFINIZIONE E NORMATIVA

L'impianto di terra può essere definito come sistema limitato localmente, i cui elementi costitutivi sono: dispersori, conduttori di terra, collettori (o nodi) principali di terra, conduttori di protezione ed equipotenziali, parti metalliche in contatto con il terreno (di efficacia pari a quella dei dispersori).
Esso svolge un ruolo fondamentale nell'impianto elettrico per la sicurezza e per la sua funzionalità.

Scopo impianto

Le principali finalità sono:

- disperdere le correnti dovute a cedimento dell'isolamento dei circuiti attivi;
- disperdere le correnti dovute ai fulmini;
- disperdere le correnti dipendenti dall'innesco degli scaricatori di sovratensione;
- creare un potenziale di riferimento;
- vincolare il potenziale di determinati punti dei sistemi dell'impianto elettrico.

Norme guida

Le principali Norme e Guide CEI che trattano l'argomento sono:

- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- Guida CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- Guida CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria" (in fase di revisione per adeguarla alla Norma 11-1);

- Norma CEI 81-1 "Protezione delle strutture contro i fulmini".

7.2. Classificazione dei sistemi elettrici con riferimento alla tensione nominale e all'impianto di terra

Un "sistema elettrico" è l'insieme delle apparecchiature e delle linee che hanno una determinata tensione nominale.
In particolare per sistema (elettrico) di distribuzione si intendono gli impianti che consentono la distribuzione e l'utilizzazione dell'energia elettrica in bassa tensione.

7.2.1 Classificazione con riferimento alla tensione nominale

In base alla tensione nominale (valore al quale sono riferite le caratteristiche) i sistemi sono:

Categoria tensione

- di categoria 0, quando la tensione nominale è minore o uguale a 50 V in c.a. o a 120 V in c.c.;
- di categoria **I** (impianti di bassa tensione), quando la tensione è superiore a 50 V fino a 1000 V in c.a. o superiore a 75 V fino a 1500 V in c.c.;
- di categoria **II** (impianti di media tensione) quando la tensione nominale è superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. fino a 30000 V;
- di categoria **III** (impianti di alta tensione) quando la tensione nominale è superiore a 30000 V.

Stato del neutro

7.2.2 Classificazione con riferimento al modo di collegamento a terra

Neutro rispetto alla terra

La tensione verso terra di un sistema elettrico trifase dipende dallo "stato" del neutro, che può essere: isolato, collegato direttamente a terra, collegato per mezzo di un'impedenza a terra.
I sistemi di distribuzione sono individuati da due lettere.
La prima lettera indica lo "stato" del neutro:

T – neutro collegato direttamente a terra
I – neutro isolato o collegato a terra con un'impedenza

La seconda lettera indica il collegamento delle masse:

T – masse collegate a terra
N – masse collegate al neutro del sistema.
A seconda delle modalità di realizzazione del collegamento al neutro il sistema TN viene ulteriormente classificato in:
TN-C: masse collegate direttamente al neutro;
TN-S: masse collegate al neutro tramite il conduttore di protezione;
TN-C-S: masse collegate direttamente al neutro in una parte dell'impianto e tramite conduttore di protezione in

un altra parte.
Il conduttore di neutro (N) quando svolge anche la funzione di protezione viene denominato PEN. Il conduttore di sola protezione è denominato PE.

Nel presente volume non sono comprese: le stazioni elettriche di impianti AT/MT; le reti di trasmissione e distribuzione di energia elettrica della rete pubblica.
Sono trattati solo gli impianti utilizzatori (con o senza cabina di trasformazione MT/BT).

7.3. Modi di collegamento a terra

I riferimenti normativi per la realizzazione degli impianti di terra sono la Norma CEI 64-8, per gli impianti elettrici utilizzatori BT, e la Norma CEI 11-1, per i sistemi di categoria II.
Quest'ultima Norma, al paragrafo 9.4, indica anche le condizioni che devono essere soddisfatte per collegare il neutro di bassa tensione o il conduttore PEN all'impianto di alta tensione per realizzare un impianto di terra comune, soluzione che la Norma stessa raccomanda tutte le volte che è possibile. Naturalmente tutte le volte che i proprietari degli impianti BT e AT sono diversi, è necessario un accordo tra di loro per definire le modalità di connessione.

7.3.1 Sistema TT

Questo sistema ha il neutro collegato direttamente a terra. Le masse dell'impianto sono anch'esse collegate direttamente a terra, ma in modo indipendente dal collegamento a terra del sistema di alimentazione (fig. 7.3/1). Il sistema TT è l'unico sistema di distribuzione ammesso in Italia per tutti gli impianti utilizzatori alimentati direttamente nella rete BT di distribuzione.

Utilizzo tipico

Gli impianti di terra dei sistemi TT sono normalmente utilizzati negli impianti elettrici degli edifici a destinazione residenziale, solitamente alimentati da sistemi di I categoria.
L'impianto di terra svolge la funzione di convogliare verso terra la corrente di guasto quando avviene il cedimento dell'isolamento di una parte attiva di una massa (es. un circuito elettrico di un apparecchio elettrodomestico con classe I di isolamento) per consentire l'intervento dei dispositivi di protezione automatici.

L'impianto di terra da solo non è in grado, di norma, di assicurare la protezione contro i contatti indiretti, a meno che la sua resistenza di terra R_A sia tanto piccola da soddisfare le condizioni indicate al successivo paragrafo 7.4.2; comunemente la protezione si ottiene realizzando un adeguato coordinamento con i dispositivi che assicurano l'interruzione del circuito guasto, prima che questo diventi pericoloso.
L'impianto di terra è quindi destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con adeguati dispositivi, realizza il

metodo di protezione denominato "Protezione contro i contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione" (vedi cap. 8: "Protezione contro i rischi di folgorazione").
Il circuito percorso, in occasione di un guasto, dalla corrente I_g è denominato anello di guasto; una parte di tale circuito (fig. 7.3/1) è costituita dal terreno.
Quando la messa a terra del neutro non è ben distinta da quella delle masse nell'impianto (per esempio nel caso di edifici nei quali è situata anche la cabina di trasformazione dell'Ente distributore) il sistema è considerato TT, poiché non si tiene conto dei collegamenti non intenzionali tra masse e terra.

Anello di guasto per un sistema TT

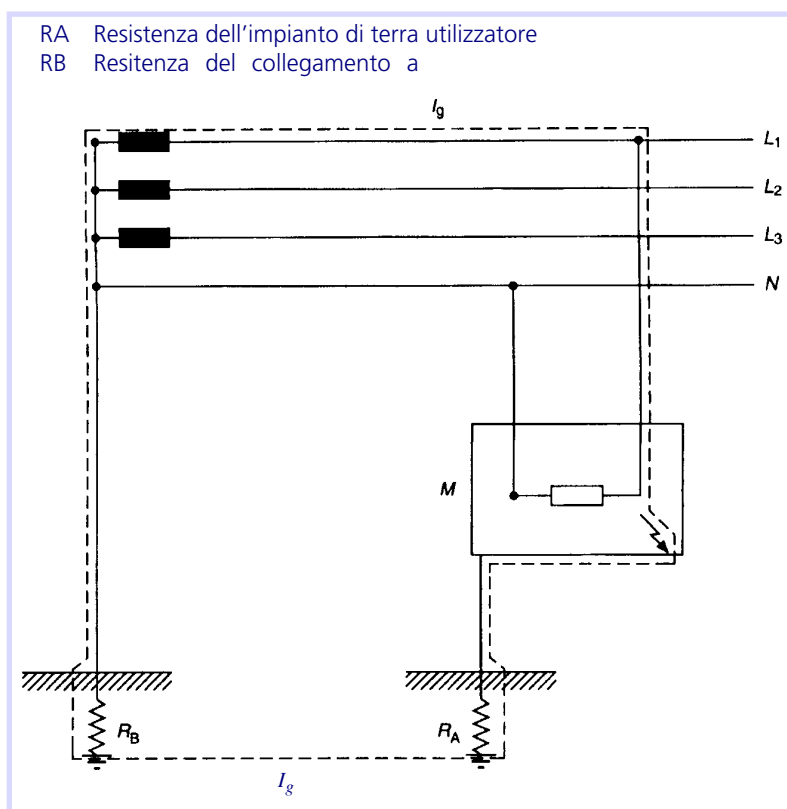



Fig. 7.3/1 Anello di guasto di un sistema TT

7.3.2. SISTEMA TN

Gli impianti elettrici BT di utenze alimentate in media tensione con propria cabina di trasformazione sono generalmente di tipo TN. Tipici della media industria e dei complessi di edifici commerciali e/o residenziali, devono essere coordinati in conformità alle prescrizioni normative previste per i sistemi TN dalla Norma CEI 11-1 e dalla Norma CEI 64-8 (fig. 7.3/2, 7.3/3).
Salvo casi particolari, sono generalmente soddisfatte le condizioni

previste nel già citato paragrafo 9.4 della norma CEI 11-1 per cui è possibile realizzare un impianto di terra unico per l'alimentazione MT, per la distribuzione BT e per la messa a terra del neutro.

Dimensionamento impianto di terra

Il dimensionamento dell'impianto di terra avviene sulla base delle informazioni dell'Ente distributore dell'energia elettrica, riguardanti:

- valore della corrente di guasto a terra (definita I_g nella Norma CEI 11-8 (Abrogata) e definita I_F nella Norma CEI 11-1 che nei sistemi con neutro isolato è data dalla corrente capacitiva di guasto a terra I_c);
- tempo di intervento dei dispositivi di protezione dell'Ente distributore;
- impedenza equivalente degli impianti di terra che risulteranno collegati all'impianto da realizzare.

Sistema TN-C-S

Fig. 7.3/2 Sistema TN-C-S

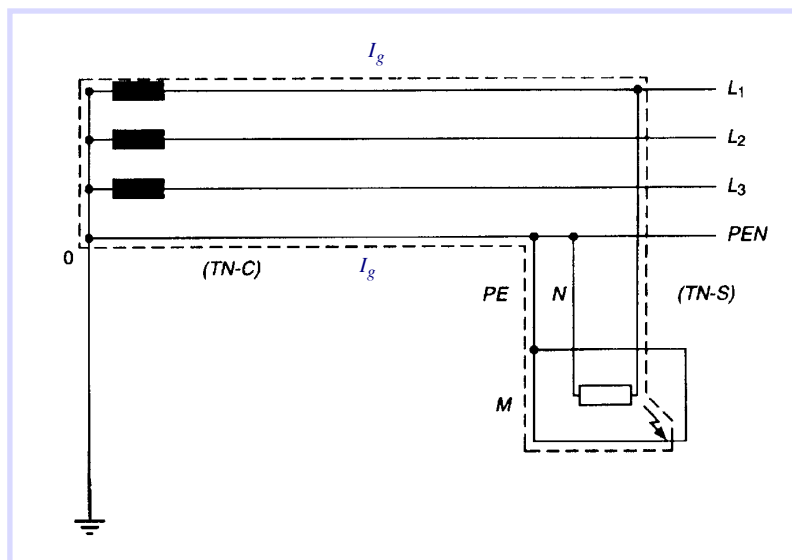



Fig. 7.3/3 Anello di guasto di un sistema TN

7.3.3. SISTEMI IT

Stato neutro sistema IT

Il sistema IT ha tutte le parti attive isolate da terra o un punto collegato a terra attraverso un'impedenza, mentre le masse dell'impianto sono:

Collegamento masse

- collegate a terra separatamente;
- collegate a terra collettivamente;
- connesse collettivamente alla terra del sistema.

Il sistema IT (fig. 7.3/5) può essere adottato quando esistono particolari esigenze di continuità del servizio (per es. in un ospedale, …). La corrente I_d, dovuta al primo guasto che si verifica, è di valore limitato, perché si richiude attraverso le capacità verso terra dell'impianto ed eventualmente anche attraverso l'impedenza inserita tra un punto (di solito il neutro) del sistema di alimentazione e la terra stessa.

Condizione da soddisfare per l'impianto di terra

Il valore ridotto della corrente di terra (fig. 7.3/5) consente di soddisfare facilmente la condizione

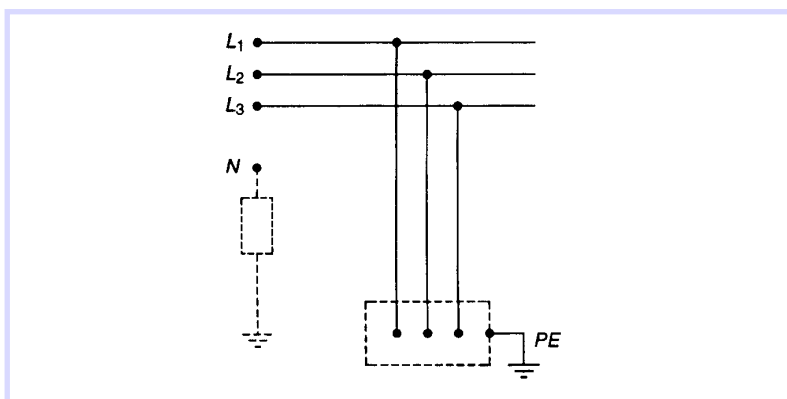
$$R_T \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

R_T - resistenza di terra del dispersore al quale sono collegate le masse
I_d - corrente di guasto
U_L - tensione di contatto limite convenzionale (50 V)

Vantaggio sistemi IT continuità di servizio svantaggio sovratensioni e possibile doppio guasto a terra

Il maggior vantaggio dei sistemi IT è quello di non dover interrompere il circuito al primo guasto a terra. I principali inconvenienti sono le sovratensioni ed il doppio guasto a terra.
Per ridurre la probabilità del verificarsi di un secondo guasto a terra, quando il primo non è stato ancora risolto, è necessario prevedere tra neutro e terra un dispositivo per il controllo dell'isolamento e provvedere ad eliminare, in un tempo ragionevole, il guasto a terra.

Fig. 7.3/4 Sistema IT

Anello di guasto per un sistema IT

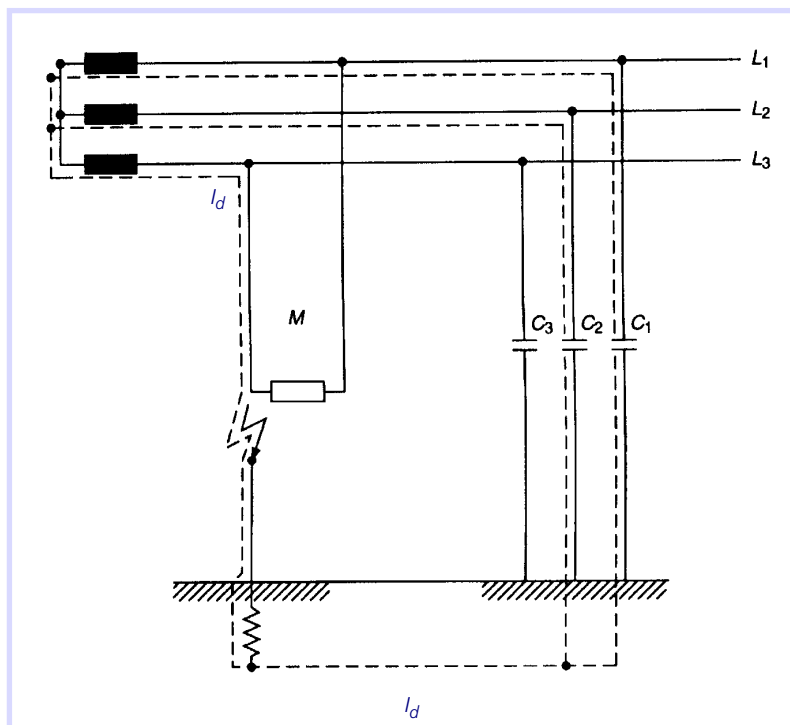



Fig. 7.3/5 Anello di guasto di un sistema IT

7.4. REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI TERRA

7.4.1. ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra per essere efficace deve essere affidabile e di lunga durata ed avere una resistenza tale da consentire che la corrente che lo attraversa sia sufficiente per provocare l'intervento del dispositivo di protezione associato nei tempi molto brevi richiesti dalla Norma CEI 64-8.

Componenti dell'impianto di terra

L'impianto di terra è costituito dalle seguenti parti (fig. 7.4/1):

- dispersori: - intenzionale (DA);
  - di fatto (DN);
- conduttori di terra (CT);
- collettori (o nodi) principali di terra (MT);
- conduttori di protezione (PE);
- conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS);
- masse (M);
- masse estranee (ME).

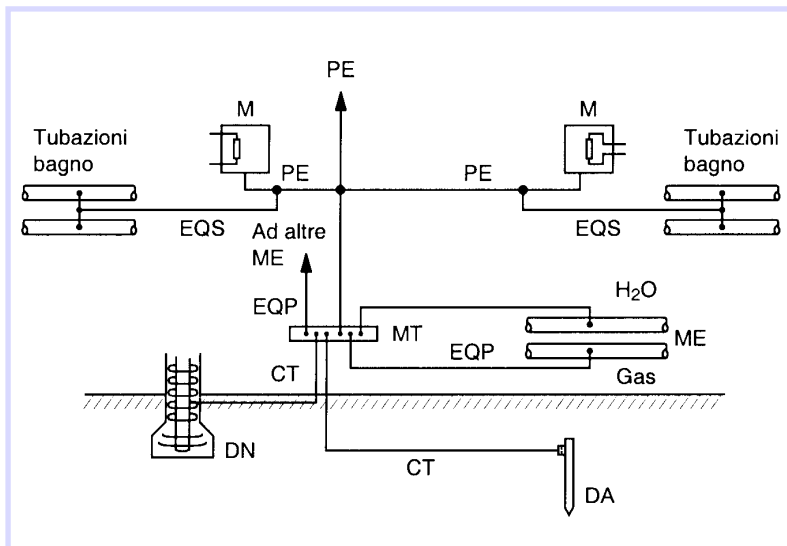



Fig. 7.4/1 Composizione di un impianto di terra

Ciascuna delle parti costituenti l'impianto di terra svolge una funzione specifica, di seguito illustrata.

Dimensioni dispersore: dipende dal tipo di guasto

Il dispersore è un corpo o un insieme di corpi metallici che, a contatto con il terreno, ha il compito di disperdere nel terreno stesso la corrente di guasto; è caratterizzato da una sua resistenza dipendente dalle caratteristiche del terreno e dalla forma e dimensione del dispersore stesso, perciò il suo dimensionamento dipende dal valore della corrente di guasto che è chiamato a disperdere.
Dalle Norme CEI sopra richiamate risulta che il dispersore può essere realizzato con:

- elementi intenzionali;
- dispersori di fatto;
- combinazione dei due.

Tipo di dispersori

I dispersori intenzionali possono essere del tipo:

- verticale, generalmente infissi nel terreno e denominati picchetti, costituiti da tubo, da barra cilindrica o da altri profilati metallici;
- orizzontale, generalmente interrati alla profondità variabile da 0,5 a 1 m e costituiti da nastri, tondini, conduttori cordati metallici.

I dispersori di fatto sono le tubature, le palificazioni metalliche, le armature del calcestruzzo, le strutture in acciaio delle costruzioni ed altri elementi, esistenti nella struttura edile.

Nella Norma CEI 11-1 sono definiti in modo chiaro:

a - Dispersore

Dispersore come previsto nelle norme

Conduttore in contatto elettrico con il terreno o conduttore annegato nel calcestruzzo a contatto con il terreno attraverso un'ampia superficie (per esempio una fondazione)

b - Dispersore di fondazione

Struttura conduttrice annegata nel calcestruzzo a contatto elettrico con il terreno attraverso un'ampia superficie.

c - Dispersore di fatto

Parte metallica in contatto elettrico con il terreno o con l'acqua, direttamente o tramite calcestruzzo, il cui scopo originale non é di mettere a terra, ma soddisfare tutti i requisiti di un dispersore senza compromettere la sua funzione originale.
Il dispersore si può considerare l'elemento più difficile da calcolare in fase di progetto, in quanto la sua resistenza dipende da molti fattori variabili quali:

- configurazione geologica del terreno, raramente omogenea, in particolare con il variare della profondità;
- resistività specifica del terreno;
- temperatura del terreno;
- grado di umidità del terreno;
- dimensione del dispersore.

Valutazione dispersore attraverso le norme

La valutazione o il calcolo della resistenza di un dispersore di terra può essere fatta utilizzando i diagrammi e le formule della Norma CEI 11-1 oppure le formule semplificate della Guida CEI 64-12; la scelta dipende in particolare dal tipo di impianto elettrico da realizzare, per esempio: impianti con "sistemi TT" di I categoria; "sistemi TN" con cabine di trasformazione MT/BT o con stazioni di trasformazione AT/MT.
Il conduttore di terra (CT) ha la funzione di collegare il dispersore e il collettore (o nodo) principale di terra ed eventualmente i vari dispersori fra loro.
Il collettore (o nodo) principale di terra (MT) ha la funzione di realizzare il collegamento fra conduttori di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali principali.
Per impianti di modesta estensione, è consigliato realizzare un solo collettore principale facilmente identificabile; per i piccoli impianti TT, tale nodo può essere la barra o il morsetto di terra del quadro generale.
I conduttori di protezione (PE) collegano le masse e le prese a spina allo scopo di convogliare a terra le eventuali correnti di guasto.
I conduttori equipotenziali principali (EQP) collegano le masse estranee principali entranti alla base dell'edificio (es. principa-

li tubazioni metalliche) al collettore principale allo scopo di portarle allo stesso potenziale delle masse.

Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali supplementari (EQS) sono quelli che collegano localmente le masse estranee al conduttore di protezione negli ambienti ove richiesto (es. locali contenenti vasche o docce). Una interruzione dei circuiti di protezione può rendere inefficace tutto il sistema di protezione, per tale motivo è opportuno effettuare controlli periodici per accertare la continuità elettrica dei collegamenti.

7.4.2. DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

Determinazione della resistenza di terra secondo CEI 64-8 in un sistema TT

In base alla Norma CEI 64-8, in un impianto utilizzatore TT, la protezione contro i contatti indiretti è assicurata se il passaggio nell'impianto di terra della massima corrente ammissibile non determina sulle masse una tensione superiore a 50 V (25 in alcuni casi particolari). La determinazione del valore della resistenza di terra che consente di rispettare tale condizione, può essere effettuata seguendo, ad esempio, il diagramma di flusso qui riportato. Il significato dei simboli e maggiori dettagli sulla protezione contro i contatti indiretti sono riportati nel paragrafo 8.2.1.

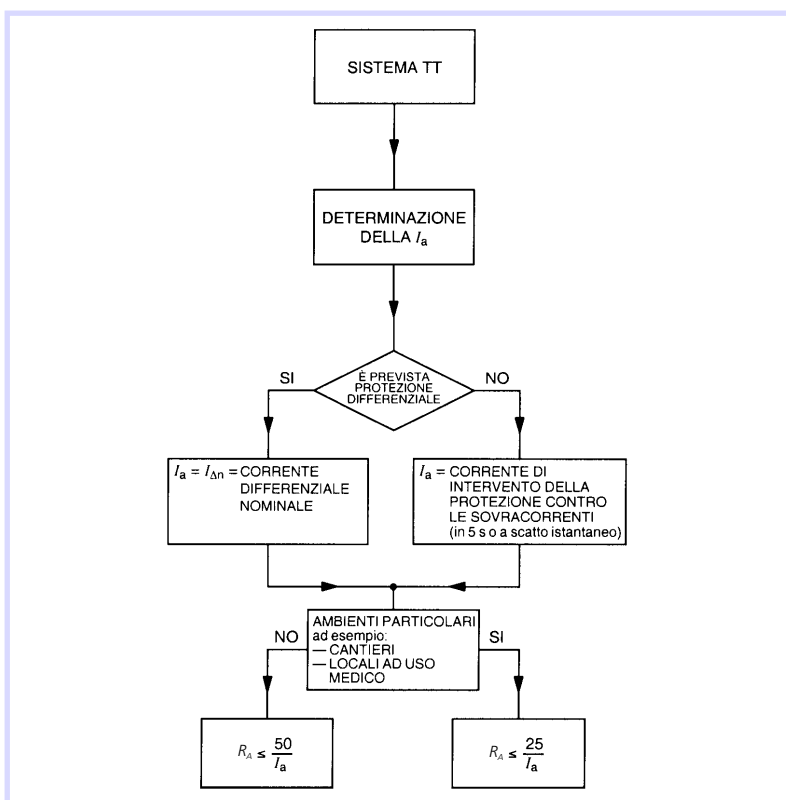



Fig. 7.4/2 Diagramma di flusso per la determinazione della resistenza di terra nei sistemi TT

7.4.3. CRITERI DI REALIZZAZIONE DEI DISPERSORI

I vari elementi che costituiscono il dispersore devono risultare contenuti entro il perimetro della proprietà sia per mantenerne il controllo, sia per non trasferire tensioni pericolose all'esterno.
Nei casi come edifici a schiera o edifici collegati da corpi comuni o impianti ad uso comune, è consigliabile realizzare un unico impianto di terra per ragioni di equipotenzialità.
Per valutare se l'intero impianto di terra possa essere realizzato utilizzando solamente dispersori "di fatto" (che sono generalmente costituiti da pali di fondazione, camicie metalliche dei pozzi, plinti, platee di fondazione, travi continue, paratie di contenimento) o se, al contrario, sia necessaria l'installazione di elementi intenzionali, si può seguire il seguente diagramma:

Negli edifici a schiera o collegati, è preferibile un unico impianto di terra

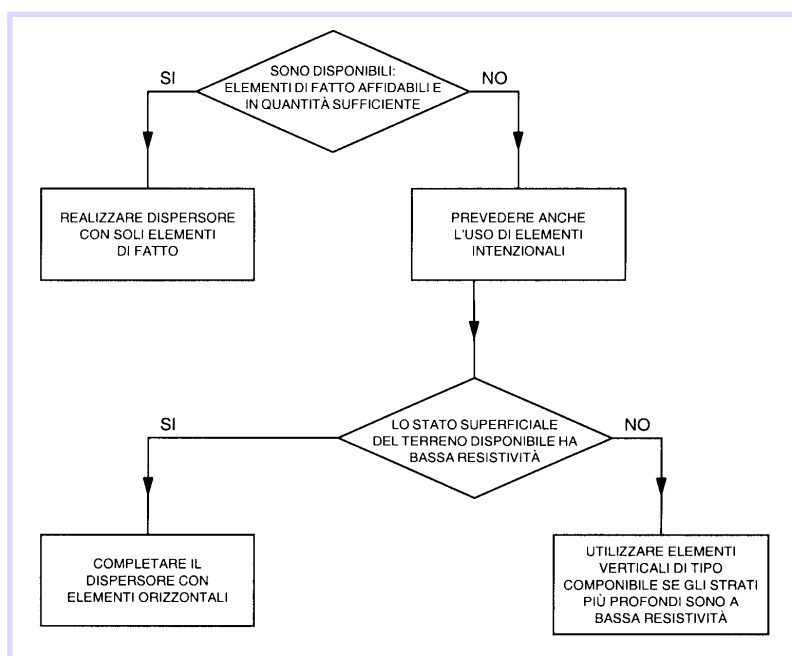



Fig. 7.4/3 Diagramma di flusso per la realizzazione del dispersore

Realizzazione del dispersore

Guida alla scelta delle modalità di posa del conduttore di interconnessione

Per l'analisi del modo di posa del conduttore di interconnessione si può seguire il seguente schema:

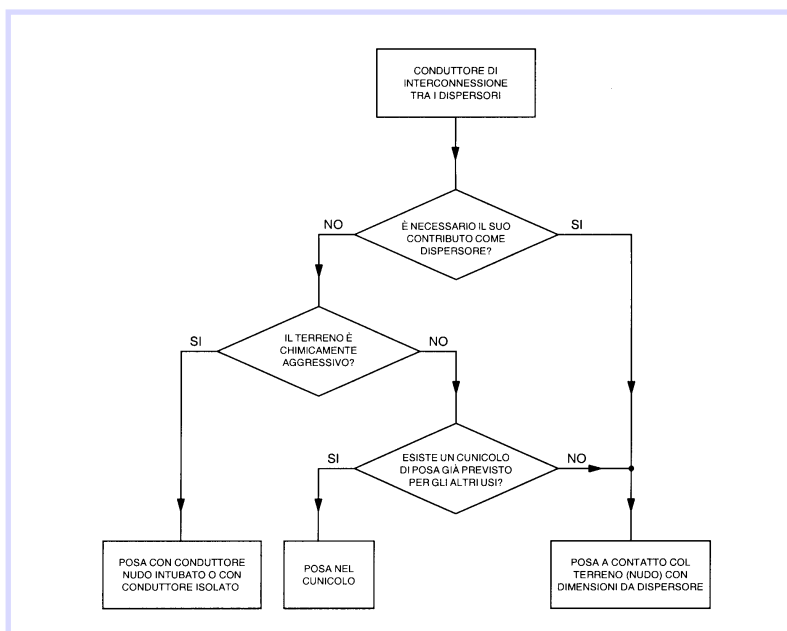



Fig. 7.4/4 Diagramma di flusso per la scelta del modo di posa del conduttore di interconnesione

7.4.4. DIMENSIONI DEI SINGOLI ELEMENTI IN BASE ALLA NORMA CEI 64-8

La seguente tabella indica le dimensioni minime raccomandate per gli elementi intenzionali:

Tab. 7.4/1 Dimensione dei dispersori

	1	2	3	4	5
	Tipo di elettrodo	**Dimensioni**	**Acciaio zincato a caldo (Norma CEI 7-6)**[1]	**Acciaio rivestito di rame**	**Rame**
Per posa nel terreno	Piastra	Spessore (mm)	3	☒	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm^2)	3 100	☒	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm^2)	50	☒	35
	Conduttore cordato	Ø ciascun filo (mm) Sezione corda (mm^2)	1,8 50	☒	1,8 35
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Ø esterno (mm) Spessore (mm)	40 2	☒	30 3
	Picchetto massiccio	Ø (mm)	20	15 [2] [3]	15
	Picchetto in profilato	Spessore (mm) Dimensione trasversale (mm)	5 50	☒	5 50

(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm^2).
(2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100μm.
(3) Rivestimento per trafilatura: spessore 500 μm.
☒ Tipo e dimensioni non considerati nella Norma.

7.4.5. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI TERRA

Sezione conduttore di terra

Il conduttore di terra deve essere in grado di resistere alla corrosione, ad eventuali sforzi meccanici e deve portare al dispersore la corrente di guasto.

Le sezioni minime dei conduttori di terra vanno scelte, come indicato di seguito per i conduttori di protezione, tenendo comunque presente che:

Senza protezione contro la corrosione

- in assenza di protezione contro la corrosione, le sezioni minime dei conduttori di terra non devono essere inferiori a 25 mm^2 se in rame e 50 mm^2 se in ferro;

Con protezione contro la corrosione

- in assenza di protezioni meccaniche, ma con protezione contro la corrosione (es. conduttore interrato con isolamento in PVC), le sezioni minime non devono comunque essere inferiori a 16 mm^2 sia in rame sia in ferro zincato.

Sezione conduttore di terra mai inferiore alla sezione più grande del conduttore di protezione

Si deve tenere presente che la sezione del conduttore di terra non deve essere comunque inferiore a quella necessaria per il conduttore di protezione dell'impianto avente la sezione maggiore.

7.4.6. Dimensionamento dei conduttori di protezione

In genere si utilizza la tabella 54 F della norma CEI 64-8 riportata qui di seguito:

Tab. 7.4/2 Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto *S* (mm^2)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p (mm^2)
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = \frac{S}{2}$

In alternativa la sezione può essere calcolata con la formula seguente:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

7.4.7. Dimensionamento dei conduttori equipotenziali

Sezione minima

La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali deve essere non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm^2. Non è richiesto comunque che la sezione superi 25 mm^2.
Per i conduttori equipotenziali supplementari che collegano due masse, la sezione minima non deve essere inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione ad essa collegata, per quelli che collegano una massa ad una massa estranea, la sezione non deve essere inferiore alla metà del conduttore di protezione corrispondente.
La sezione minima dei conduttori equipotenziali supplementari non deve essere comunque inferiore a 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica, 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

7.4.8 Esempi

Qui di seguito sono riportate alcune figure tratte dalla Guida CEI 64-12 che evidenziano dettagli operativi sia della realizzazione di dispersori intenzionali sia delle modalità di utilizzo di elementi strutturali dei fabbricati come dispersori di fatto. Ove non precisato, le misure sono in mm.

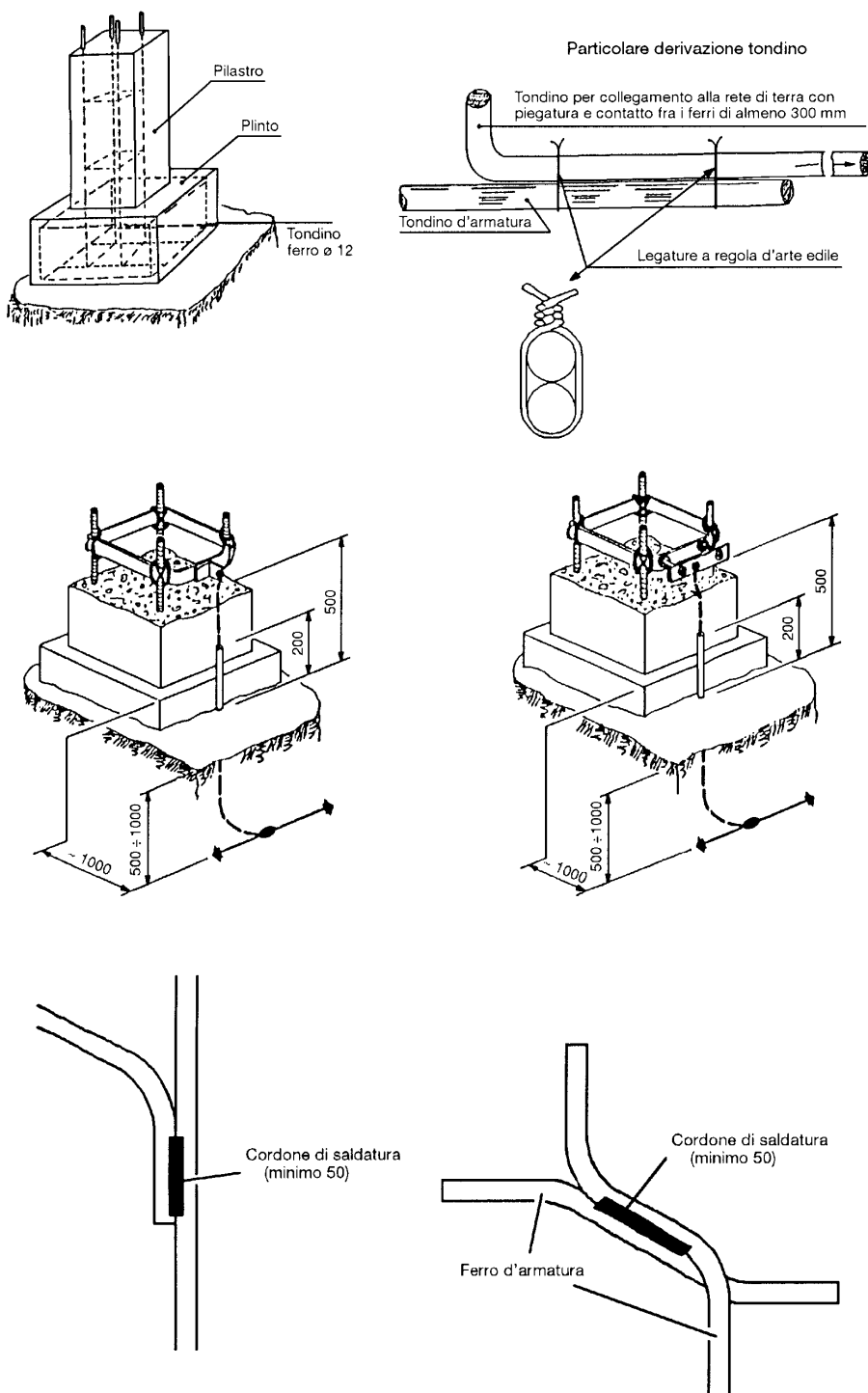



Fig. 7.4/5 Esempi di plinti di pilastri e di connessioni ai ferri dell'armatura (dimensioni espresse in mm.)

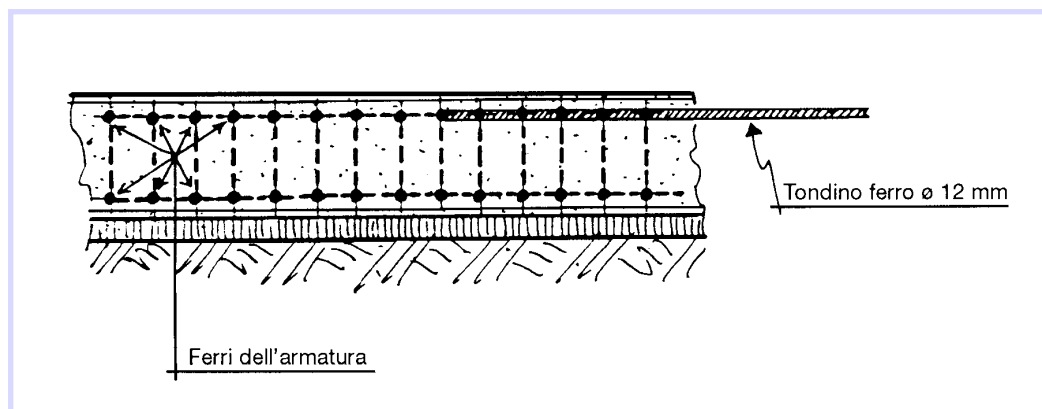



Fig. 7.4/6 Esempio di platea di fondazione con connessione ai ferri dell'armatura

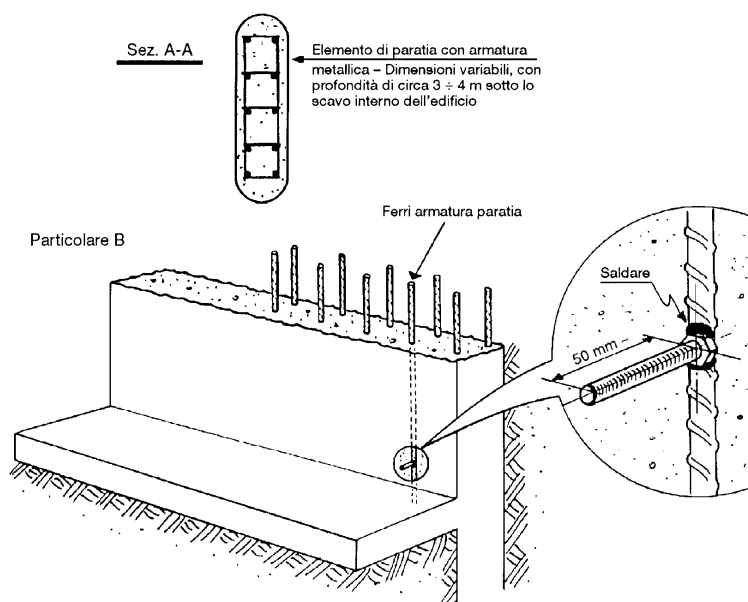
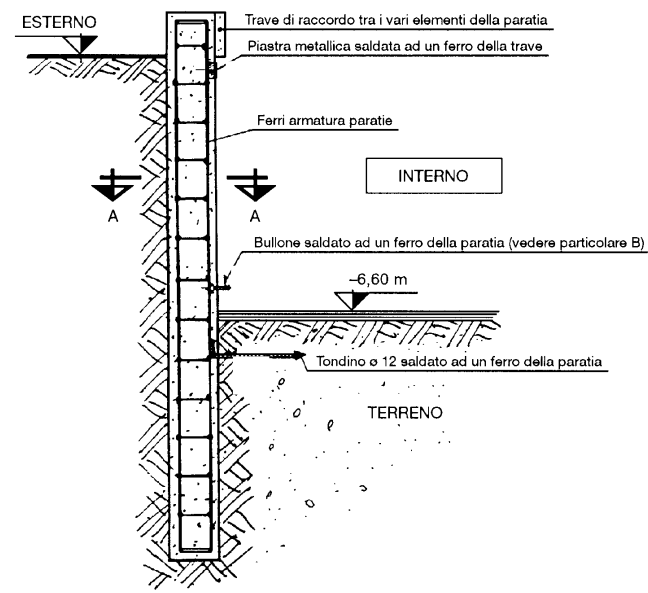



Fig. 7.4/7 Esempio di paratia di contenimento con connessioni ai ferri dell'armatura

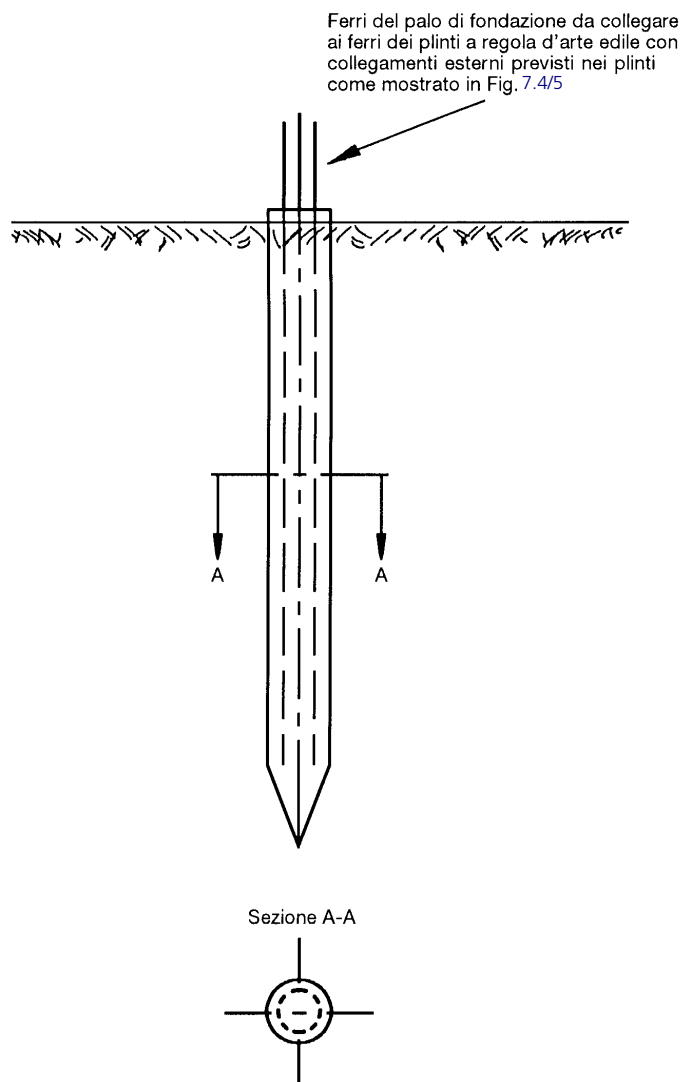



Fig. 7.4/8 Esempio di palo di fondazione infisso nel terreno

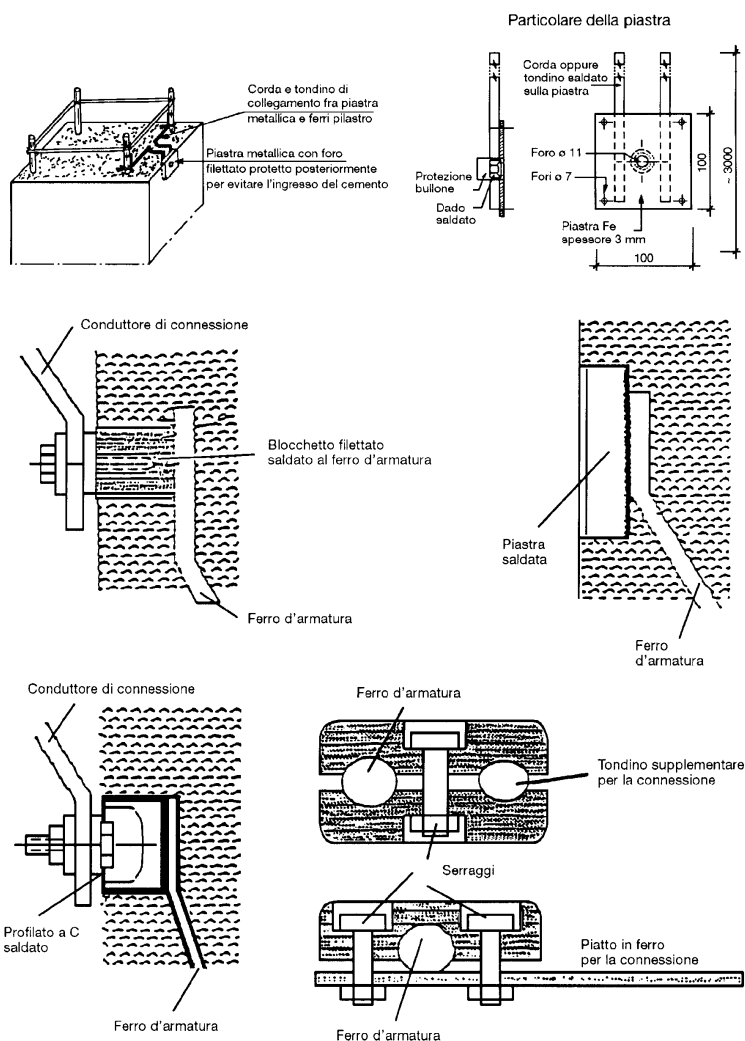



Fig. 7.4/9 Esempi di collegamento ai ferri del pilastro o del plinto con piastra metallica (o con altri elementi metallici) incorporata nel getto del calcestruzzo, particolarmente adatti per elementi prefabbricati

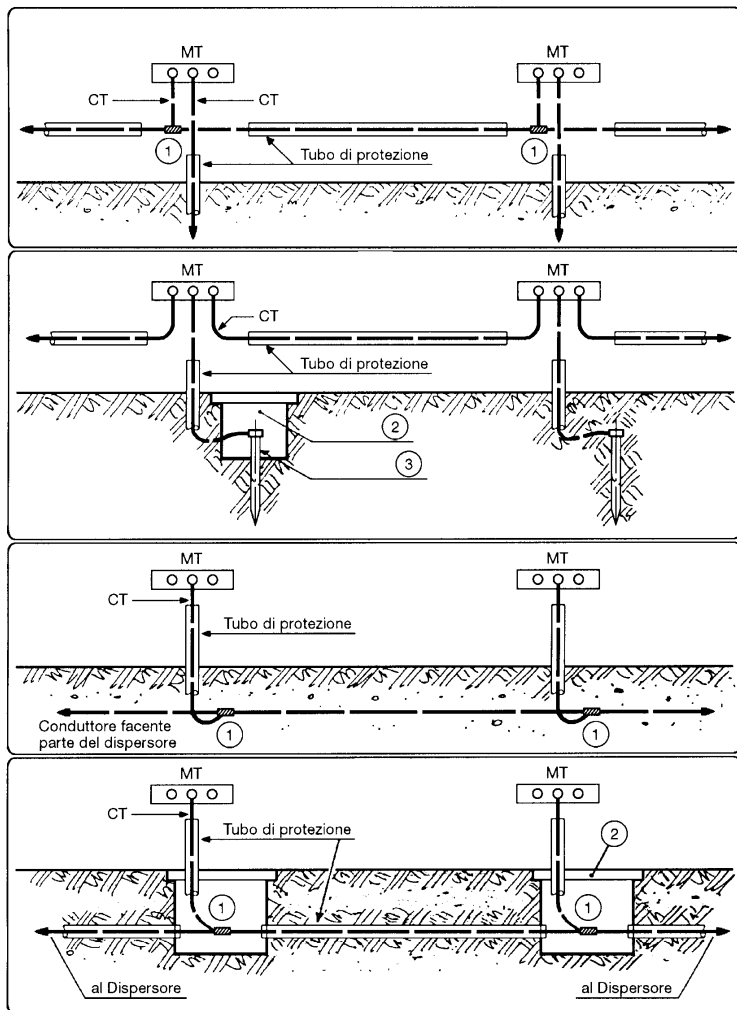



Fig. 7.4/10 Esempi di disposizione del conduttore di terra

(a) picchetto (4) a più elementi con pozzetto (1) con coperchio

(b) picchetto a più elementi

(c) combinazione di elementi verticali ed orizzontali (2) con collegamento realizzato mediante morsetto (3) a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)

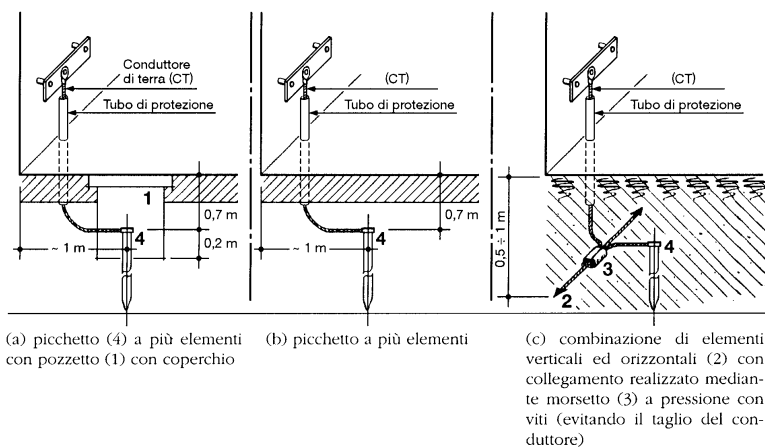



Fig. 7.4/11 Esempi di realizzazione di dispersore ed elementi verticali

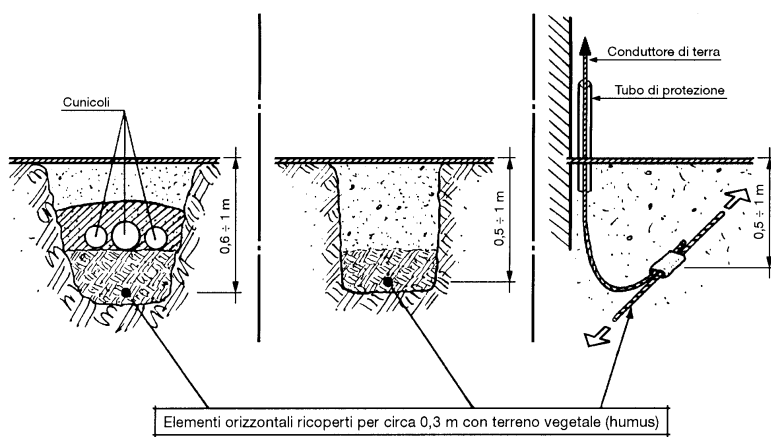



Fig. 7.4/12 Esempi di realizzazione di dispersore ed elementi orizzontali

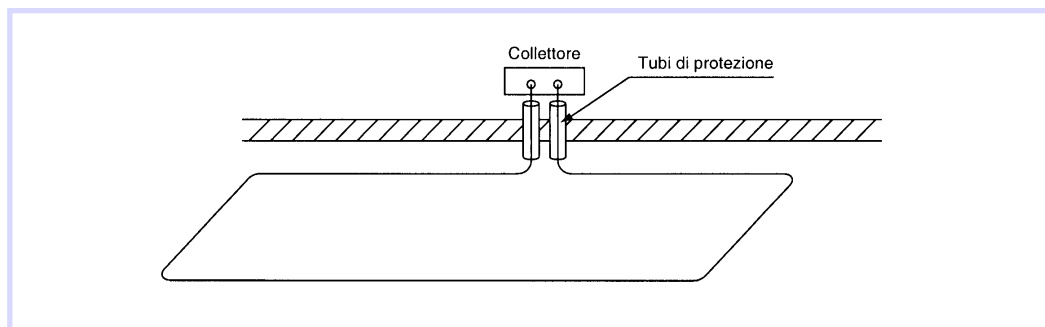



Fig. 7.4/13 Esempio di configurazione ad anello

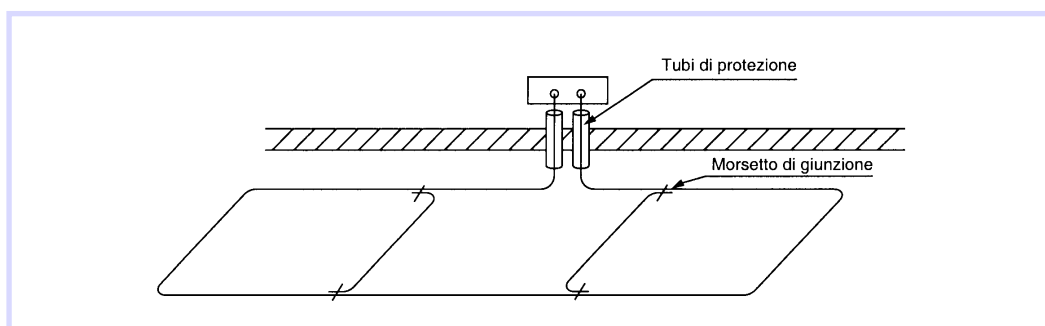



Fig. 7.4/14 Esempio di configurazione magliata

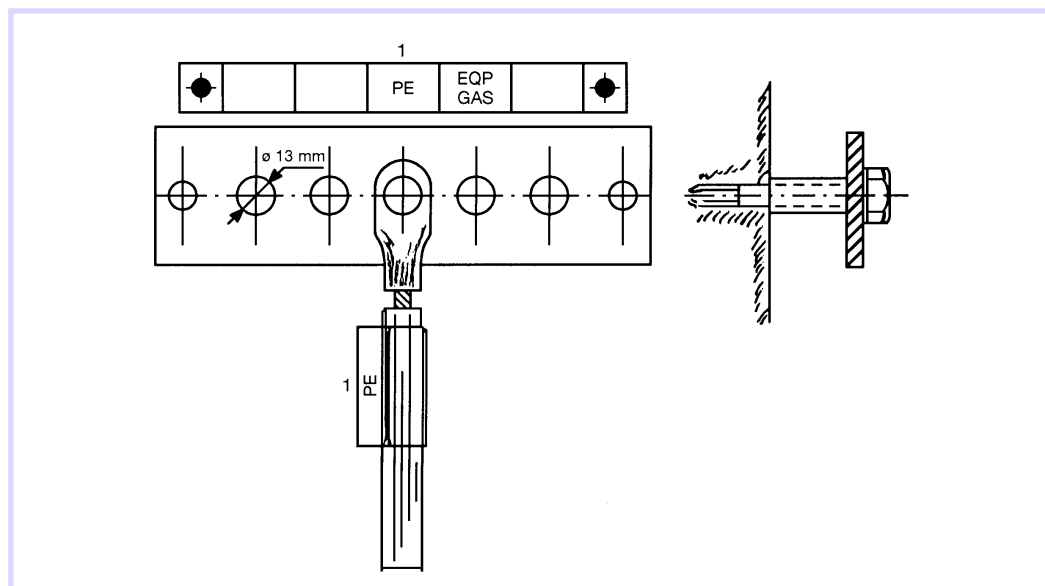



Fig. 7.4/15 Esempio di collettore principale di terra

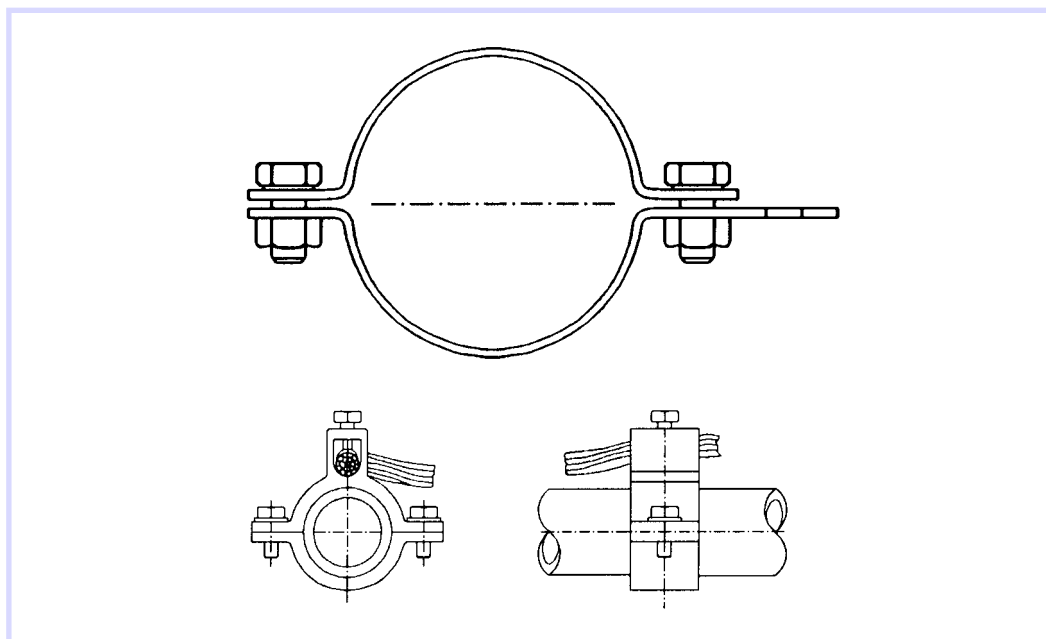



Fig. 7.4/16 Esempio di collari per il collegamento alle tubazioni

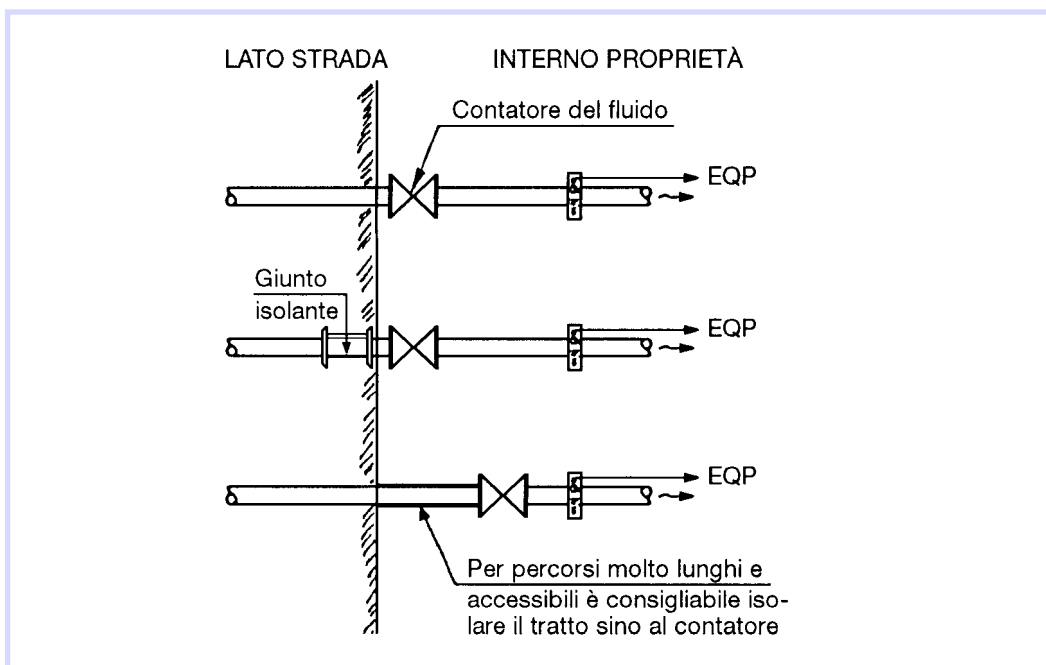



Fig. 7.4/17 Esempi di tubazioni entranti negli edifici

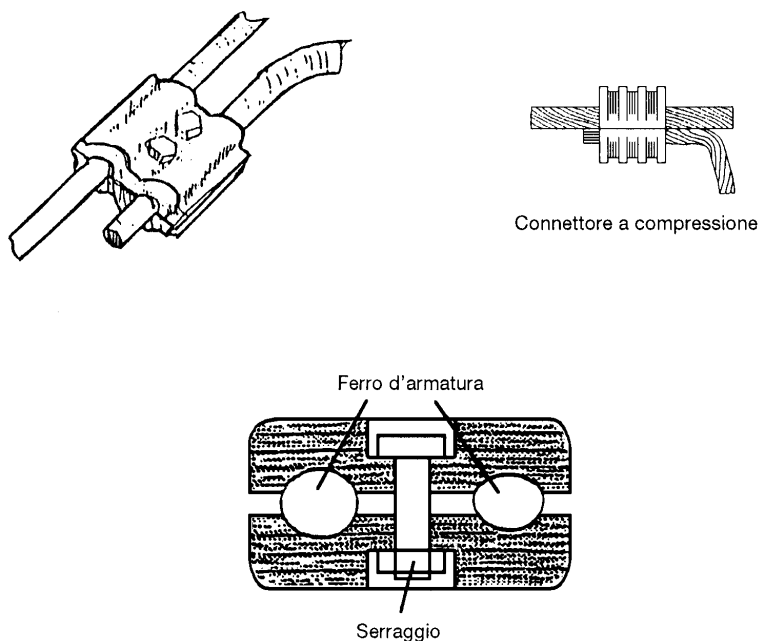



Fig. 7.4/18 Esempi di giunzioni

Fig. 7.4/19 Esempio connessioni in ambito abitativo

Fig. 7.4/20 Esempio connessioni in ambito abitativo

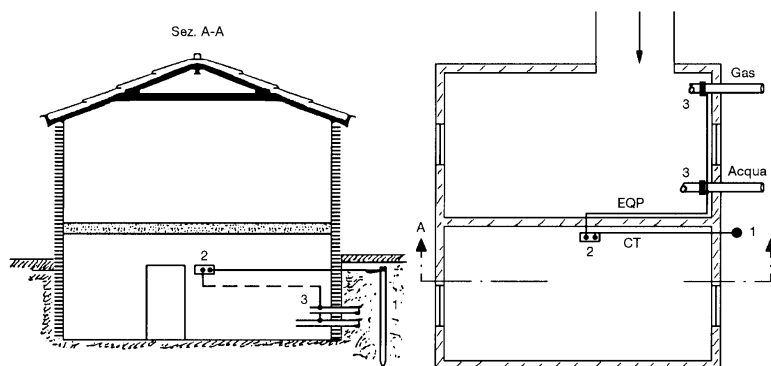



Fig. 7.4/21 Villetta in muratura

Fig. 7.4/22 Edificio ad uso uffici o abitazioni

Fig. 7.4/23 Edificio ad uso terziario o stabilimento

Fig. 7.4/24 Esempio di connessioni per un condominio

CAPITOLO 8

PROTEZIONE CONTRO I RISCHI DI FOLGORAZIONE

8. PROTEZIONE CONTRO I RISCHI DI FOLGORAZIONE

Nel presente capitolo verranno esaminati i criteri di protezione dai contatti diretti e indiretti relativi ai soli sistemi di distribuzione di I categoria.

8.1. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Protezioni contro contatti diretti:
- isolamento parti attive
- involucri
- barriere, ecc.
- interruttori differenziali (addizionali)

Per "contatto diretto" si intende "*contatto di persone con parti attive*". Le misure di protezione possono essere classificate nei seguenti modi:

- misure atte a conseguire la protezione totale: isolamento, involucri o barriere;
- misure atte a conseguire una protezione parziale: ostacoli, distanziamento;
- protezione addizionale: interruttore differenziale con corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA.

Per la protezione totale, le prescrizioni sono le seguenti:

Protezione totale da contatti diretti

- isolamento delle parti attive: detto isolamento deve poter essere rimosso solo tramite la sua distruzione; in genere vernici, lacche, smalti non sono considerati idonei ad assicurare la protezione dai contatti diretti;
- protezione mediante involucri o barriere. Le parti attive totalmente o a tratti non isolate si considerano protette dai contatti diretti quando sono poste in involucri o dietro barriere con grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB; le superfici orizzontali di barriere o involucri che sono a portata di mano devono avere grado di protezione pari ad almeno IP4X o IPXXD; le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati e devono conservarsi nel tempo, tenendo conto delle reali condizioni ambientali nelle quali sono utilizzati; la rimozione delle barriere o l'apertura degli involucri deve essere possibile ad esempio con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Una volta interrotta l'alimentazione per accedere all'interno degli involucri o per rimuovere le barriere, il ripristino dell'alimen-

Utilizzo del differenziale come protezione addizionale

Interruttore differenziale non valido per contatto contemporaneo di due parti attive

tazione è possibile solo dopo aver riposizionato le barriere o richiuso gli involucri.
Inoltre, quando una barriera intermedia, con grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB, protegge dal contatto con parti attive, può essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.
La protezione parziale (Norma CEI 64-8 art. 21.8) è applicata in pratica solo nelle *officine elettriche* (centrali elettriche, stazioni di trasformazione o conversione, cabine); si rimanda alle trattazioni specifiche sull'argomento.
Come protezione addizionale dai contatti diretti, è consentito l'utilizzo di un interruttore differenziale con corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA. Infatti, a seguito di un contatto diretto, la conseguente corrente attraversa il corpo di chi è in contatto con parti attive e può essere rilevata da un interruttore differenziale. Per garantire la protezione delle persone, però, la corrente nominale differenziale del dispositivo deve essere opportunamente limitata: si considera 30 mA come limite massimo accettabile (fig. 8.1/1). L'interruttore differenziale così scelto deve sempre essere abbinato ad una delle misure di protezione sopra descritte e non è idoneo alla protezione contro tutti i contatti diretti che si possono presentare, ad esempio il contatto simultaneo con due parti attive.

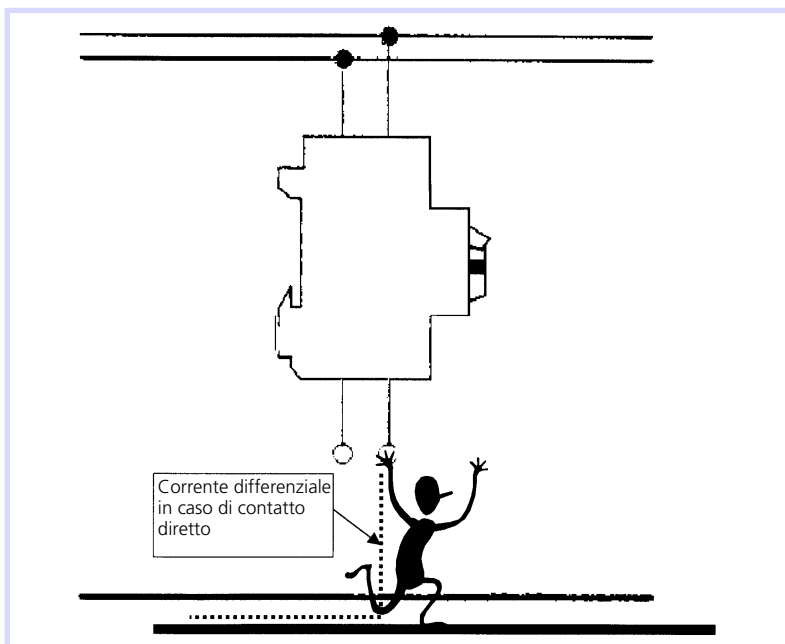



Fig. 8.1/1 L'interruttore differenziale come protezione addizionale dai contatti diretti

Tutto quanto sin qui indicato è trattato nell'art. 412 della già citata Norma CEI 64-8.

8.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Protezione da contatti indiretti:
-interruzione alimentazione
- componenti elettrici di classe II
- luoghi non conduttori
- collegamento equipotenziale
- separazione elettrica

Per "contatto indiretto" si intende "*contatto di persone con una massa in tensione per un guasto*" (Norma CEI 64-8 all'art. 23.6). La definizione di massa è data nell'art. 23.2 della stessa Norma e nel relativo commento: massa è una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata, che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione per un cedimento dell'isolamento principale.
Si noti che la dicitura "che può essere toccata" non implica che sia a portata di mano: pertanto, l'involucro metallico di un apparecchio installato ad una altezza tale da non essere naturalmente raggiungibile, è comunque una massa.
Nella realizzazione di quadri si consideri il caso di una parte conduttrice, che può andare in tensione per guasto dell'isolamento fondamentale, posta dietro involucri o barriere rimovibili solo con un attrezzo:

- essa non è una massa se gli involucri e barriere sono rimovibili solo con l'ausilio di attrezzi e non è necessario rimuoverli nell'esercizio ordinario (ad esempio) per accedere ad un organo di manovra;
- essa è una massa se involucri e barriere sono asportabili senza l'uso di attrezzi o debbano essere asportati nell'esercizio ordinario.

Protezione contatti indiretti = opportuna protezione masse

Da quanto detto, scaturisce che la protezione dai contatti indiretti si traduce, praticamente, in una opportuna protezione delle masse.
Le misure di protezione sono elencate nel seguito (Norma CEI 64-8 art. 413):

- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione mediante luoghi non conduttori;
- protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra;
- protezione per separazione elettrica.

Qui di seguito vengono esposte solo le considerazioni generali, in particolare quelle inerenti la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e mediante componenti di classe II.

8.2.1. Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Il principio fondamentale di questa misura di protezione è quello di creare un coordinamento tra l'impianto di terra e le protezioni di massima corrente o differenziali, mediante opportuni collegamenti a terra ed equipotenziali ed una via preferenziale alla corrente legata al guasto dell'isolamento fondamentale, in modo che:

- essa possa essere opportunamente rilevata e interrotta all'insorgere dell'evento;
- la stessa non sia pericolosa per una persona che può essere in contatto con la massa interessata dal guasto.

Concetti coordinamento

I concetti che stanno alla base di quanto sinteticamente detto sono i seguenti:

- il guasto deve essere rilevato ed interrotto quando esso si verifica; questo per limitare la probabilità che una persona possa incorrere in un contatto indiretto;
- il valore di tensione assumibile dalle masse ed il tempo di permanenza della stessa deve essere opportunamente limitato, per evitare danni alle persone in caso di eventuale contatto indiretto; la determinazione del tipo di protezione deve essere effettuata in base al tipo di sistema di distribuzione, così come nel seguito descritto.

Tempo permanenza guasto

La protezione si consegue realizzando i collegamenti a terra e l'impianto di terra (compresi i collegamenti equipotenziali) con le modalità indicate nel capitolo 7 e coordinando opportunamente il valore della resistenza di terra con le caratteristiche di intevento (corrente e tempo) dei dispositivi di protezione.
Nei paragrafi successivi sono illustrate le modalità di realizzazione della protezione contro i contatti indiretti nei vari tipi di sistemi di distribuzione (definiti al paragrafo 7.2). Tutte le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione; le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.
Deve essere realizzato anche il collegamento equipotenziale principale collegando tra di loro il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee:

- i tubi che alimentano i servizi dell'edificio (gas, acqua, ecc.);
- le parti strutturali metalliche dell'edificio e le canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento dell'aria;
- le armature principali del cemento armato, se possibile.

Se le masse estranee provengono dall'esterno dell'edificio, esse devono essere collegate il più vicino possibile al loro punto di entrata nell'edificio.
Al conduttore equipotenziale principale, inoltre, devono essere

collegati gli schermi metallici dei cavi di telecomunicazione, chiedendo il consenso dei proprietari e degli utilizzatori di detti cavi.
Sulla realizzazione dei collegamenti equipotenziali e dell'impianto di terra rimandiamo al Cap. 7 di questo manuale.
È necessario rimarcare nel presente paragrafo l'importanza della scelta del dispositivo di protezione e il suo coordinamento con l'impianto di terra.

Riportando quanto già detto al capitolo precedente, con riferimento all'impianto di terra, riproponiamo qui di seguito gli schemi base per le varie configurazioni dei sistemi di distribuzione (TT, TN-S, TN-C, TN-C-S, IT) al fine di evidenziare, ancora una volta, la correlazione tra protezione e impianti di terra.

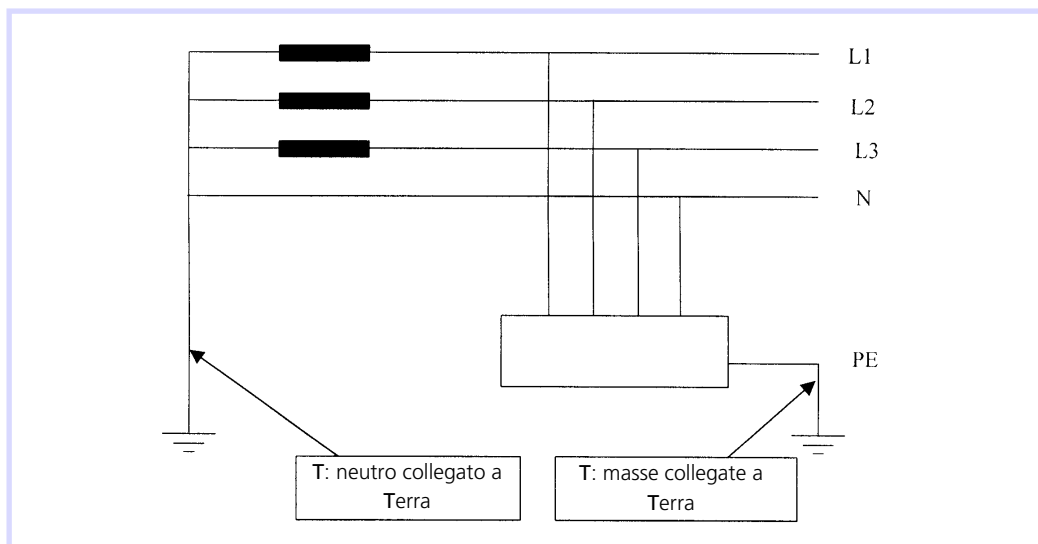



Fig. 8.2/1 Sistema TT

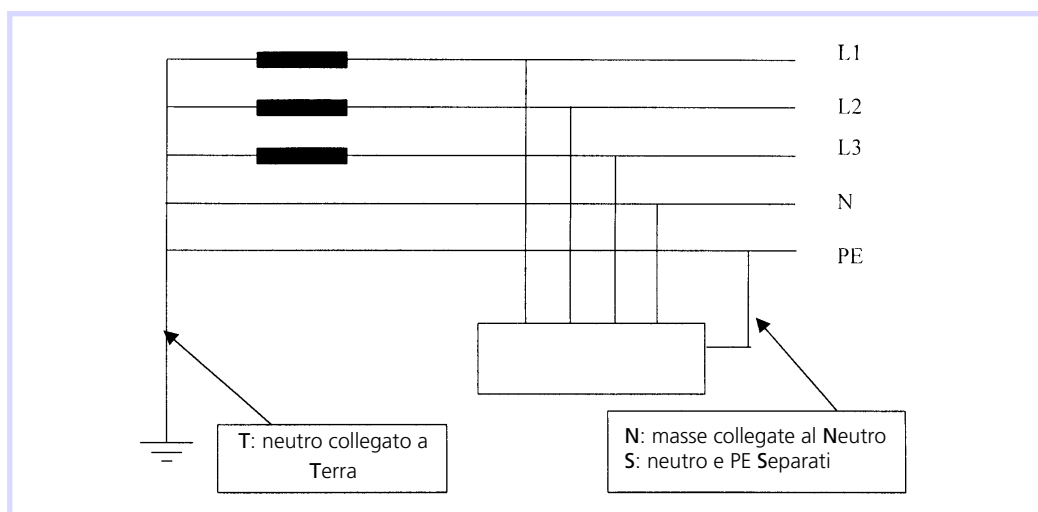



Fig. 8.2/2 Sistema TN-S

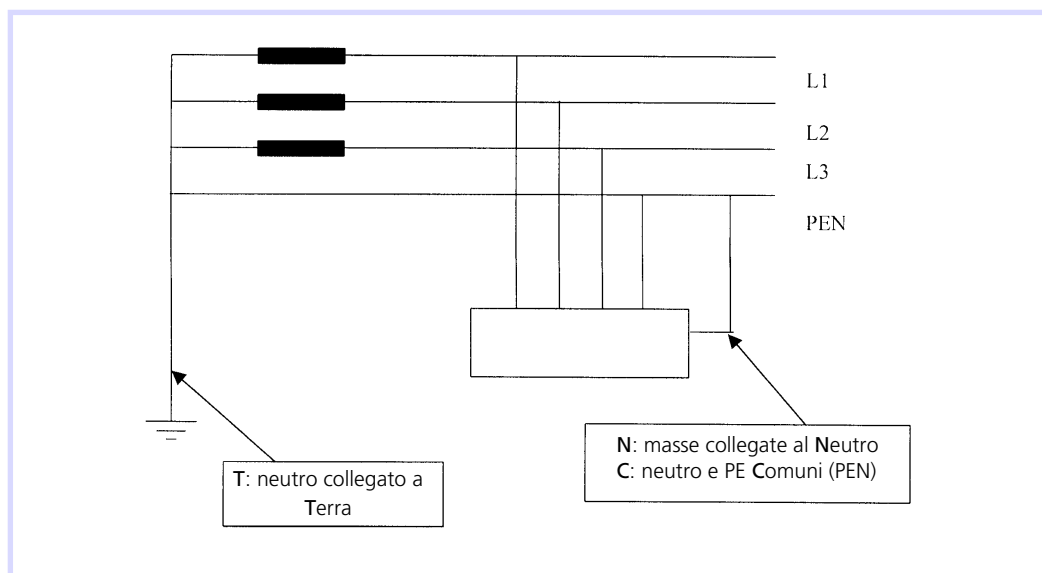



Fig. 8.2/3 Sistema TN-C

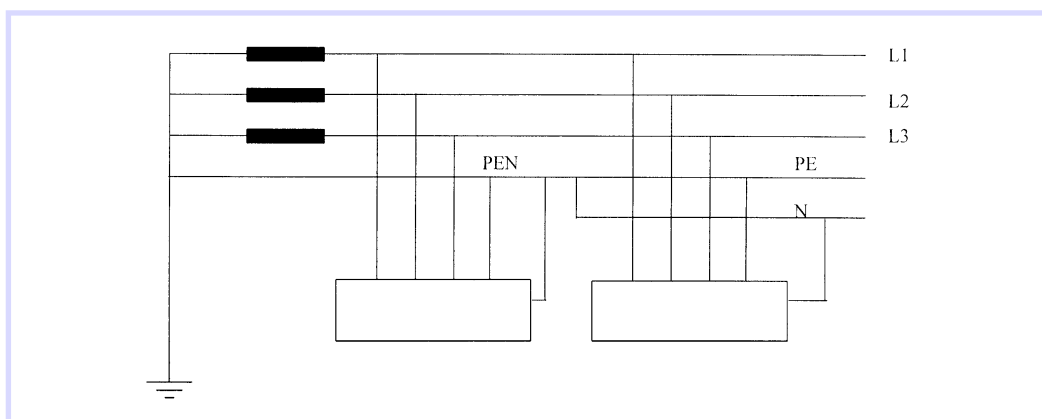



Fig. 8.2/4 Sistema TN-C-S

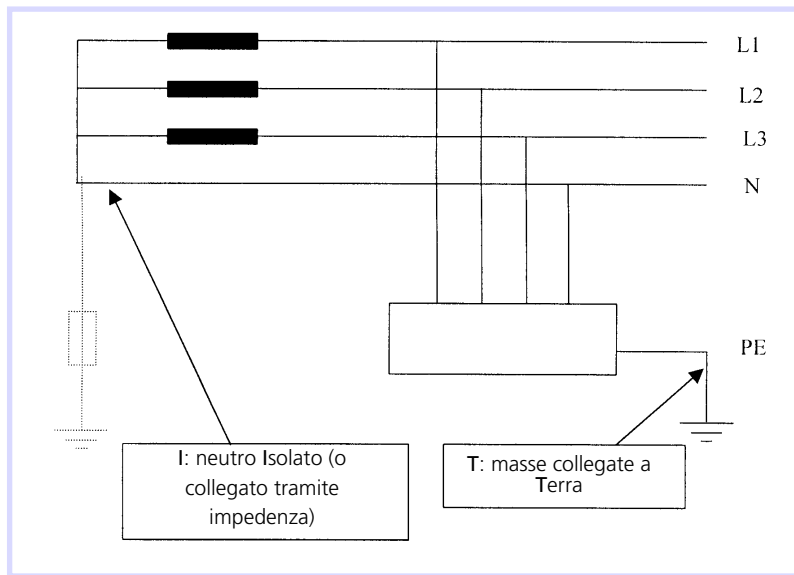



Fig. 8.2/5 Sistema IT

Come detto, le modalità di protezione sono differenti a seconda del tipo di sistema. Si analizzano, nel seguito, dette modalità.

a - Protezione nei sistemi TT

Garanzia di protezione per i sistemi TT

Nei sistemi TT la protezione dai contatti indiretti è garantita quando:

$$R_A \cdot I_A \leq 50$$

dove:

R_A - somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in ohm;

I_A - corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione.

Concetto protezione nei sistemi TT

Il concetto che sta alla base della protezione nei sistemi TT, espresso dalla precedente relazione, è quello di causare l'interruzione dell'alimentazione quando la tensione sulle masse raggiunge quel valore che, convenzionalmente, può essere sopportato per un tempo indefinito: detto valore, in condizioni ordinarie, è 50 V. Per le condizioni particolari, si rimanda alle trattazioni specifiche.
In linea generale, la protezione può essere attuata da un dispositivo di protezione dalle sovracorrenti (cap. 10):

- se il dispositivo ha una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, I_A è la corrente che ne provoca il funzionamento automatico in 5 s.

- se il dispositivo ha una caratteristica a scatto istantaneo, I_A è la corrente che ne provoca il funzionamento a scatto istantaneo.

Attenzione al valore della resistenza R_A

Utilizzando detto tipo di dispositivo, però, la relazione precedente è difficilmente rispettabile; infatti la resistenza R_A dovrebbe assumere valori sufficientemente piccoli, difficilmente ottenibili nei sistemi TT.
Il rispetto, invece, della relazione è molto più facilmente garantito quando per la protezione vengano utilizzati interruttori differenziali (per la simbologia si veda la fig. 8.2/6); in questo caso I_A coincide con la corrente nominale differenziale del dispositivo I_{dn} e la relazione precedente diviene:

Garanzia di protezione nei sitemi TT dotati di protezione differenziale

$$R_A \cdot I_{dn} \leq 50$$

Così possono essere accettati valori di R_A più elevati e quindi più facilmente ottenibili in pratica.

FUNZIONE DI INTERRUTTORE
FUNZIONE DI APERTURA AUTOMATICA
FUNZIONE DI SEZIONAMENTO
FUNZIONANTE PER EFFETTO TERMICO
FUNZIONANTE PER EFFETTO MAGNETICO
Id
FUNZIONANTE PER CORRENTE DIFFERENZIALE
0 : APERTO
I : CHIUSO

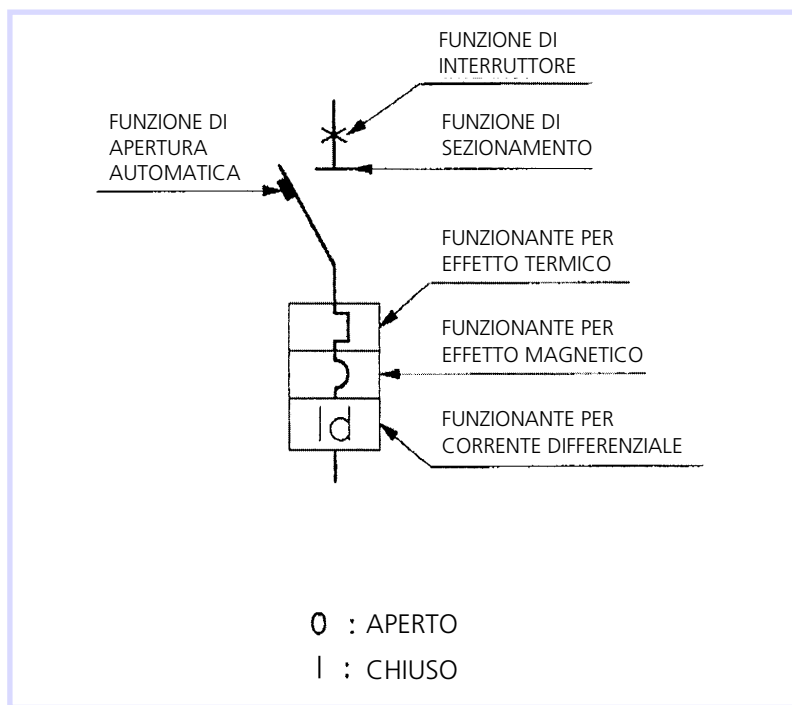



Fig. 8.2/6 Funzioni di un interruttore magnetotermico e differenziale: simboli

Legge 46/90

Inoltre, si rammenta che l'articolo 7 comma 2 della legge 46 del 1990 ("Norme per la sicurezza degli impianti") cita: "in particolare gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti". L'articolo 5 comma 6 del DPR 447 del 1991, definisce i limiti di "alta sensibilità" e per "sistemi di protezione equivalente" si fa riferimento alle norme CEI.
Nel rispetto della precedente relazione, è possibile utilizzare, per ragioni di selettività, differenziali di tipo S in serie a dispositivi differenziali di tipo generale.

Selettività

Le prescrizioni per ottenere la selettività tra interruttori differenziali sono date nell'art. 536.3 e relativo commento della Norma CEI 64-8; la selettività tra interruttori differenziali posti in cascata si ottiene quando:

- l'interruttore a monte è di tipo S, mentre quello a valle è di tipo generale;
- la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte è adeguatamente superiore (di massima tre volte) a quella del dispositivo a valle.

Inoltre, sempre per ragioni di selettività, nei circuiti di distribuzione (tutti i circuiti di potenza che non siano circuiti terminali), è possibile utilizzare interruttori differenziali ritardati fino al massimo di 1 s.

Se R_A è troppo elevata è necessario il collegamento equipotenziale supplementare

Se la relazione sopra riportata non dovesse essere rispettata a causa di un valore troppo elevato di R_A, è necessario realizzare un collegamento equipotenziale supplementare.
Questo deve comprendere tutti gli elementi conduttori simultaneamente accessibili, quali: masse dei componenti, masse estranee, armature del cemento armato (quando possibile). Il sistema equipotenziale così ottenuto deve essere connesso ai conduttori di protezione di tutti i componenti elettrici, inclusi quelli delle prese a spina.
Il collegamento equipotenziale è efficace se la resistenza R, tra le masse e le masse estranee, simultaneamente accessibili soddisfa la seguente relazione:

$$R \leq \frac{50}{I_{dn}}$$

Tutto questo è indicato nell'art. 413.1.1 e 413.1.4 della Norma CEI 64-8.

b - Protezione nei sistemi TN

Nei sistemi TN (sia TN-S che TN-C) la protezione dai contatti indiretti è assicurata se:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Caratteristica da soddisfare per i sistemi TN

dove:

- Z_s - impedenza dell'anello di guasto, comprendente la sorgente dell'alimentazione, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione dal punto di guasto alla sorgente
- U_0 - valore efficace della tensione tra fase e terra
- I_a - corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro:
  - il tempo indicato nella Tabella 8.2/1, in funzione di U_0, nel caso di circuiti terminali che alimentano componenti elettrici di classe I non fissi (mobili, portatili o trasportabili);
  - 5 s per i circuiti di distribuzione[1].
    Se si utilizza un dispositivo differenziale I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn}.

Tab. 8.2/1 Tempi massimi d'intervento delle protezioni

U_0 (V)	tempo d'intervento (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Concetto protezione: tradurre guasto in corto circuito

Il concetto che sta alla base della protezione nei sistemi TN è che per le ridotte impedenze in gioco, il guasto dell'isolamento principale si traduce in un corto circuito. Pertanto, avrebbe poco senso ricercare una tensione sulle masse alla quale causare l'intervento di idonei dispositivi. La protezione, invece, si basa sul limitare il tempo di permanenza dei guasti, in modo che sia comunque rispettata la curva di sicurezza. I tempi riportati nella tab. 8.2/1 sono derivati dalla curva di sicurezza in condizioni ordinarie. Per le condizioni particolari, si rimanda alle trattazioni specifiche.

Rispetto della condizione anche con magnetotermico per i TN

Nei sistemi TN, il rispetto della precedente relazione è facilmente ottenibile anche con dispositivi di protezione dalle sovracorrenti (ad esempio interruttori magnetotermici), a causa del ridotto valore di Z_s. Se con i dispositivi di protezione di sovracorrente inizialmente previsti non si riesce a soddisfare la precedente relazione, è possibile ricorrere ad una delle seguenti misure:

1. L'art 413.1.3.5 della Norma CEI 64-8 indica le condizioni da soddisfare per consentire l'interruzione di I_a in tempi non superiori a 5 s nel caso di circuiti terminali che alimentano componenti di classe 1 fissi.

- riduzione dell'impedenza dell'anello di guasto Z_s utilizzando conduttori di sezione maggiore in modo da ottenere, a parità delle altre condizioni, una corrente di guasto più elevata che provochi l'intervento dei dispositivi di protezione in tempi inferiori a quelli indicati in tabella;
- impiego di dispositivi di protezione a corrente differenziale;
- realizzazione di collegamento equipotenziale supplementare, così come indicato al paragrafo 8.2.1.a. In questo caso deve essere rispettata la relazione:

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

dove:

R - resistenza tra le masse e le masse estranee simultaneamente accessibili;

I_a - corrente che causa l'intervento del dispositivo di protezione dalle sovracorrenti in 5 s.

La scelta tra le alternative indicate sarà operata in base a valutazioni economiche, di tempistica e di facilità di realizzazione.
Per i sistemi TN bisogna, inoltre, sottolineare quanto segue:

Attenzione all'uso del differenziale nel TN-C
No PEN a valle del differenziale nei TN-C-S

- nei sistemi TN-C non è possibile usare interruttori differenziali;
- nei sistemi TN-C-S, se si utilizzano interruttori differenziali, non si deve utilizzare un conduttore PEN a valle di questi; ciò significa che i differenziali possono essere utilizzati solo dal punto di separazione del neutro da PE.

A solo scopo informativo, si riporta di seguito un'ulteriore relazione che deve essere soddisfatta in casi del tutto eccezionali, quando vi sia la possibilità che si possa presentare un guasto tra conduttore di fase e la terra (es. linee aeree).

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

dove:

R_B - resistenza di terra di tutti i dispersori in parallelo, compresi quelli della rete di alimentazione, in ohm;

R_E - resistenza minima di terra delle masse estranee non collegate ad un conduttore di protezione in ohm (generalmente 10 Ω);

U_0 - valore efficace della tensione nominale verso terra in volt.

c - Protezione nei sistemi IT

Essendo l'applicazione dei sistemi IT destinata ad ambienti particolari, essa non viene qui trattata per mantenere il carattere di generalità, ma si rimanda alle trattazioni specifiche sull'argomento.

8.2.2. Protezione mediante componenti elettrici[2] di classe II o con isolamento equivalente

Protezione contro contatti indiretti anche con doppio isolamento

In alternativa alle misure illustrate in precedenza, la protezione contro i contatti indiretti può essere ottenuta mediante l'uso di componenti che, in aggiunta all'isolamento principale, sono dotati di un ulteriore isolamento (*isolamento supplementare*). Questa misura di protezione è definita *doppio isolamento* (fig. 8.2/7).
Ai fini della sicurezza è equiparabile, ad un doppio isolamento, un unico isolamento opportunamente rinforzato, in modo che esso abbia proprietà equivalenti ad un doppio isolamento (*isolamento rinforzato*).

Componenti classe II: nessuna parte collegata a terra

Componenti con isolamento doppio o rinforzato sono denominati di *classe II*. Detti componenti non devono avere nessuna parte da collegare all'impianto di terra.
Possono essere assimilati a componenti di classe II anche i quadri prefabbricati con isolamento completo (Norma CEI EN 60439-1). Si rimanda alla trattazione specifica sull'argomento per le prescrizioni inerenti a detti quadri.
I componenti di classe II sono protetti dai contatti indiretti quando sono realizzati e provati secondo le relative Norme di prodotto e contrassegnati secondo le stesse Norme di prodotto; inoltre essi devono essere identificati mediante il simbolo tipico dei componenti di classe II, riportato nella fig. 8.2/7.

Simbolo prodotto doppio isolamento

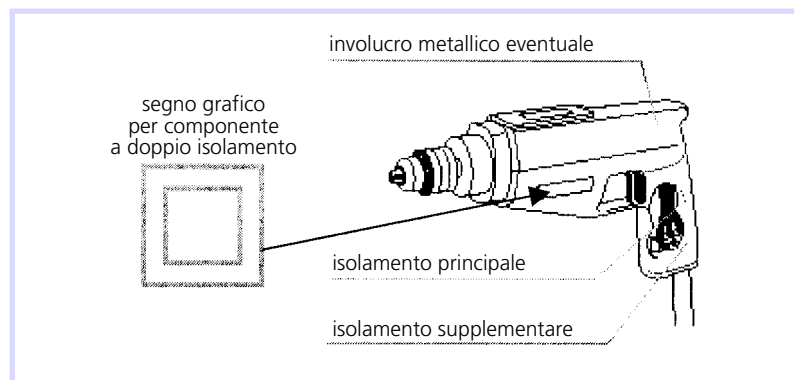



Fig. 8.2/7 Componente (trapano) di classe II

2. Nella norma Cei 64-8, per componente si intende anche un apparecchio utilizzatore.

Incremento grado di sicurezza

Ad un componente munito di solo isolamento di base può essere aggiunto un isolamento supplementare, che deve presentare un grado di sicurezza equivalente ai componenti di classe II. Così facendo il componente è equiparato, al fine della protezione dai contatti indiretti, ad un componente di classe II.
Questo vale anche per un isolamento rinforzato applicato sulle parti attive nude durante l'installazione.

Segno grafico per componenti di classe II

In questi casi (isolamento rinforzato realizzato dall'installatore), la Normativa consiglia di applicare il segno grafico relativo al divieto di collegamento a terra ben visibile sull'involucro (fig. 8.2/8).

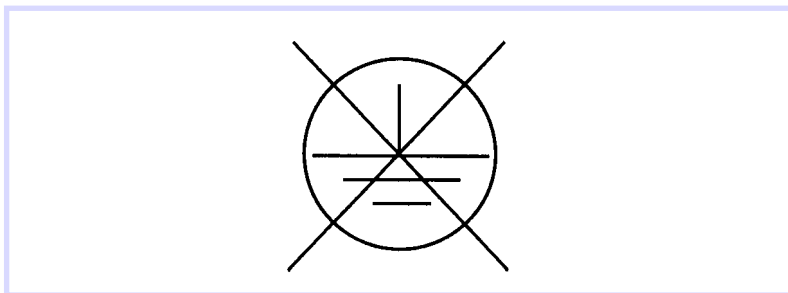



Fig. 8.2/8 Simbolo da applicare ben visibile quando si realizza un isolamento supplementare

Applicare un isolamento supplementare o rinforzato significa contenere le parti attive, isolate o no, in un involucro avente grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB.
Detto involucro:

- deve poter sopportare tutte le sollecitazioni (meccaniche, termiche e elettriche) che si possono presentare; in genere non si ritiene che vernici e lacche siano idonee a creare un isolamento supplementare o rinforzato;
- non deve essere attraversato da parti conduttrici che possano propagare un potenziale;
- non deve avere viti in materiale isolante che possano essere sostituite con viti in materiale conduttore che potrebbero compromettere l'isolamento;
- se esso è dotato di porte o coperchi che possono essere asportati senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, le parti conduttrici all'interno devono essere protette con barriere aventi grado di protezione almeno IP2X o IPXXB. Queste barriere devono poter essere rimosse solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Attenzione nella fase di installazione

Nell'uso di componenti di classe II, la Norma CEI 64-8 prescrive di curare l'installazione degli stessi in modo da non danneggiare la protezione assicurata.

La Norma stessa fornisce, poi, le indicazioni per realizzare le condutture in classe II nei sistemi con tensione nominale fino a 690 V (Norma CEI 64-8, commento all'art. 413.2.1.1):

- cavi con guaina non metallica, aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria nell'impianto elettrico in studio;
- cavi unipolari senza guaina, installati in tubi protettivi o canali isolanti, rispondenti alle rispettive Norme di prodotto;
- cavi con guaina metallica, aventi isolamento idoneo per la tensione nominale dell'impianto in studio sia tra la parte attiva e la guaina metallica, sia tra la guaina e l'esterno.

Le parti metalliche in contatto con i cavi sopra elencati non sono da considerare come masse.

Le parti metalliche in contatto con cavi elencati non sono da considerare come masse

Nel citato commento all'art. 413.2.1.1 vengono date indicazioni per realizzare in classe II il circuito d'ingresso di un quadro metallico: viene infatti detto che "*i tratti di cavo compresi tra l'ingresso dell'alimentazione di un quadro metallico ed il dispositivo di protezione destinato alla protezione contro i contatti indiretti, si considerano idonei a soddisfare le prescrizioni del*" doppio isolamento "*anche se sono sprovvisti di guaina non metallica o non sono installati in tubi protettivi o in canali isolanti, quando abbiano la lunghezza strettamente necessaria ad effettuare la connessione ai terminali del dispositivo di protezione*".

8.2.3. PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Protezione combinata

Nell'art. 411 della Norma CEI 64-8 vengono riportate le prescrizioni per i sistemi di protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti per i circuiti alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV). Non è prevista la protezione combinata per i circuiti FELV (alimentati a bassissima tensione funzionale).

CAPITOLO 9

CORRENTE DI CORTO CIRCUITO: CARATTERISTICHE E CALCOLO

9. CORRENTE DI CORTO CIRCUITO: CARATTERISTICHE E CALCOLO

9.1. DEFINIZIONI

Dalla norma CEI 11-25 si hanno le seguenti definizioni

Nell'ambito del presente capitolo sono utilizzate le seguenti definizioni, in accordo con la Norma CEI 11-25 "Calcolo della corrente di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata".

- **CORTOCIRCUITO**

  Contatto, accidentale o intenzionale, di resistenza o impedenza relativamente basse, tra due o più punti a diversa tensione di un circuito.

- **CORRENTE DI CORTOCIRCUITO**

  Sovraccorrente risultante da un cortocircuito dovuto ad un guasto o ad un allacciamento scorretto in un circuito elettrico.

- **CORRENTE PRESUNTA DI CORTOCIRCUITO**

  Corrente che circolerebbe se il cortocircuito fosse sostituito da una connessione ideale di impedenza trascurabile, senza modifiche di alimentazione.

- **CORRENTE DI CORTOCIRCUITO SIMMETRICA**

  Valore efficace della componente simmetrica alternata di una corrente presunta di cortocircuito; l'eventuale componente aperiodica della corrente di cortocircuito è trascurata.

- **CORRENTE SIMMETRICA INIZIALE DI CORTOCIRCUITO I''_k**

  Valore efficace della componente simmetrica alternata di una corrente presunta di cortocircuito nel momento di manifestazione del cortocircuito, se l'impedenza conserva il suo valore iniziale.

- **POTENZA (APPARENTE) SIMMETRICA INIZIALE DI CORTOCIRCUITO S''_k**

  Valore fittizio definito come il prodotto della corrente simmetrica iniziale di cortocircuito I''_k per la tensione nominale del sistema U_n e il fattore $\sqrt{3}$:

$$S''_k = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I''_k$$

- **COMPONENTE CONTINUA (APERIODICA) I_{DC} DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO**

  Valore medio degli inviluppi inferiore e superiore di una corrente di cortocircuito decrescente dal suo valore iniziale a zero, secondo la figura 9.1/1.

- **VALORE DI CRESTA I_p DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO**

  Massimo valore istantaneo possibile della presunta corrente di cortocircuito figura 9.1/1.[1]

- **CORRENTE SIMMETRICA DI CORTOCIRCUITO D'INTERRUZIONE I_b**

  Valore efficace di un ciclo completo della componente alternata simmetrica della presunta corrente di cortocircuito al momento della separazione dei contatti del primo polo dell'apparecchiatura di manovra.

- **CORRENTE DI CORTOCIRCUITO PERMANENTE I_k**

  Valore efficace della corrente di cortocircuito che rimane dopo l'estinzione dei fenomeni transitori.

- **MINIMO RITARDO (TEMPO PROPRIO) t_{min}[2] D'UN INTERRUTTORE**

  Il minor tempo trascorso tra il manifestarsi della corrente di cortocircuito e la prima separazione dei contatti di un polo dell'apparecchio di manovra.

- **FATTORE DI TENSIONE c**

  Rapporto tra la sorgente di tensione equivalente e la tensione nominale della rete U_n, divisa per $\sqrt{3}$. (Il fattore c tiene conto della differenza di potenziale tra il punto del circuito, in cui si calcola la corrente, e la tensione del punto di alimentazione a monte dello stesso dovuta a caduta di tensione, variazione del rapporto di trasformazione, ecc.).

---

1. L'ampiezza della corrente di cresta di cortocircuito varia secondo il momento di manifestazione del cortocircuito. Il calcolo del valore di cresta i_p della corrente di corto circuito trifase si effettua per la fase e il momento di corrente massima di cortocircuito. I guasti rispettivi non vengono presi in considerazione. Nel caso di cortocircuito trifase, si suppone che il cortocircuito si produca simultaneamente su tutte le fasi.
2. Il tempo t_{min} è la somma del tempo minimo d'intervento di un relè istantaneo e del tempo minimo d'apertura dell'interruttore. Il tempo t_{min} non comprende i tempi regolabili delle protezioni.

I valori che assume il fattore di tensione ai diversi livelli di tensione nominale U_n figurano alla Tab. 9.1/1.[3]

Valori del fattore di tensione

Tab. 9.1/1 Fattore di tensione c

Tensioni nominali U_n	**Fattore di tensione c per il calcolo**	
	della corrente di cortocircuito massima c_{max}	**della corrente di cortocircuito minima c_{min}**
Bassa tensione da 100 V a 1000 V (pubblicaz. IEC 38, tab. 1) a) 230 V / 400 V b) Altri valori	 1,00 1,05	 0,95 1,00
Media tensione da > 1 kV a 35 kV (pubblicaz. IEC 38, tab. 3)	1,10	1,00
Alta tensione da > 35 kV a 380 kV (pubblicaz. IEC 38, tab. 4 e 5)	1,10	1,00
Nota c · U_n non dovrà superare la tensione massima U_m delle apparecchiature della rete		

Tipi di cortocircuito

- **Cortocircuito lontano da un generatore**

  Cortocircuito durante il quale l'ampiezza della componente alternata simmetrica della presunta corrente di cortocircuito rimane praticamente costante.

- **Cortocircuito vicino ad un generatore**

  Cortocircuito per il quale il contributo di una macchina sincrona alla presunta corrente simmetrica iniziale di cortocircuito è più del doppio della corrente nominale dell'alternatore, o per il quale il contributo di motori sincroni e asincroni supera il 5% della corrente iniziale di cortocircuito I''_k in assenza di motori.

---

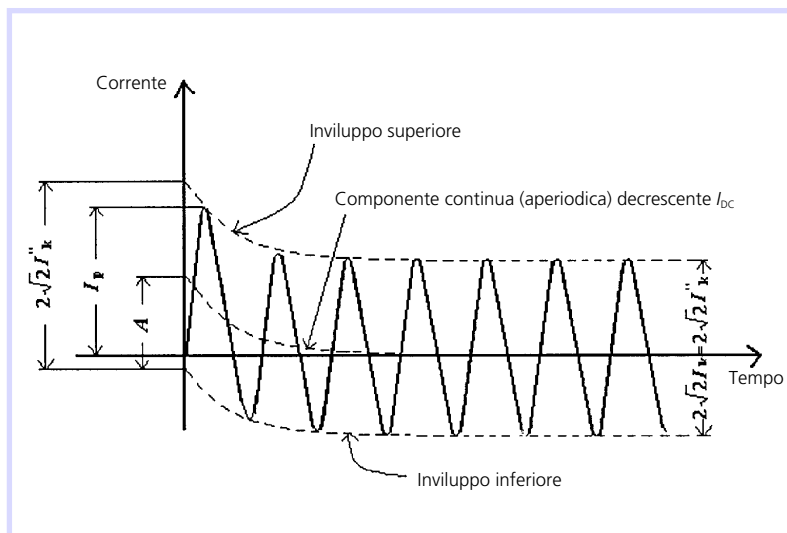
3. L'introduzione del fattore di tensione **c** è necessaria per le seguenti ragioni:
   - le variazioni di tensione nello spazio e nel tempo;
   - le variazioni di presa dei trasformatori;
   - il fatto che non si siano presi in esame i carichi e le capacità nei calcoli secondo l'articolo 6 della Norma CEI 11-25;
   - il comportamento subtransitorio degli alternatori e dei motori.

I''_k = corrente iniziale simmetrica di corto-circuito
I_p = valore di cresta della corrente di corto-circuito
I_k = corrente di corto-circuito permanente
I_{DC} = componente continua (aperiodica) decrescente della corrente di corto-circuito
A = valore iniziale della componente aperiodica I_{DC}

Fig. 9.1/1 Andamento della corrente in presenza di corto-circuito

9.2. CALCOLO DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO

9.2.1. INTRODUZIONE

Il calcolo completo delle correnti di corto circuito dovrebbe portare ad individuare le curve delle correnti, in funzione del tempo, nel punto di guasto dal momento di manifestazione del corto circuito fino al suo termine, tenendo conto del valore istantaneo della tensione al momento del manifestarsi del corto circuito (fig. 9.1/1).

Dipendenza dalla i_p

In pratica, nella maggior parte dei casi, tale determinazione non è necessaria. A seconda dell'applicazione dei risultati, è interessante conoscere il valore efficace della componente simmetrica in c.a. e il valore di cresta I_p al manifestarsi di un corto circuito. Il valore I_p dipende dalla costante di tempo della componente aperiodica decrescente e dalla frequenza f, cioè dal rapporto R/X o X/R dell'impedenza di cortocircuito Z_k; tale valore è massimo quando il cortocircuito inizia al passaggio per lo zero della tensione.

Per il calcolo in un punto, bisogna conoscere i parametri di ciò che sta a monte del punto interessato

Il calcolo del valore della corrente di corto circuito in un determinato punto dell'impianto elettrico richiede la conoscenza di tutti i parametri del circuito relativi ai generatori, trasformatori e linee elettriche dell'impianto a monte del punto prescelto.

Nella generalità dei casi i dati sopra citati sono noti solo al di-

stributore di energia elettrica, il quale (su richiesta scritta) comunica solo il valore della corrente di cortocircuito (in kA) o la potenza (apparente) di corto circuito (in MVA) ed il valore della tensione.

Dati forniti dall'Ente distributore

Le formule di seguito riportate rappresentano un esempio di metodo di calcolo, tra i più utilizzati per determinare la corrente presunta di corto circuito con un'approssimazione accettabile ai fini della scelta del potere di interruzione delle protezioni e delle sollecitazioni elettrodinamiche sulle condutture.
Il calcolo è valido per punti di consegna lontani dai generatori e per corto circuiti franchi (escluse impedenze di guasto), per il valore efficace della componente simmetrica.
Le limitazioni fissate e la non valutazione di tutte le impedenze di piccoli sistemi di sbarre e/o connessioni dei quadri elettrici, resistenze di contatto, resistenze delle apparecchiature, ecc. permettono di ottenere valori per eccesso, ma a vantaggio della sicurezza.
Per calcoli più precisi per determinare la corrente di cortocircuito minima necessaria, (ad esempio, per la scelta dei fusibili, oppure per calcolare la corrente di corto circuito vicino ai generatori o con il contributo dei motori) si rimanda alla Norma CEI 11-25 "calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata".

Legge 46/90

I calcoli della corrente di corto circuito sono parte integrante del progetto elettrico che la Legge 46/90 prevede a carico di professionisti iscritti negli albi professionali, nell'ambito delle rispettive competenze. La presente trattazione e soprattutto le formule approssimate riportate nel paragrafo successivo, consentono anche all'installatore di effettuare, prima della redazione del progetto definitivo, una valutazione di massima della corrente di corto circuito e quindi del tipo di apparecchiature necessarie e dei relativi costi.
La fornitura dell'energia elettrica avviene, nella generalità dei casi, in bassa o in media tensione.

9.2.2. Esecuzione del calcolo con fornitura in media tensione

a) Dati di calcolo

Fornitura in MT: dati di calcolo

Il calcolo della corrente di corto circuito, in un determinato punto dell'impianto, richiede la conoscenza dei seguenti dati:

1. tensione U_n e il fattore di tensione c nei punti prescelti per il calcolo;
2. valore della somma di tutte le resistenze R del sistema di generazione e distribuzione della rete a monte del punto di consegna dell'energia elettrica, alla quale devono essere sommate la resistenza del trasformatore e le resistenze delle condutture sino al punto prescelto per il calcolo della corrente di corto circuito;

3. valore della somma di tutte le reattanze X del sistema di generazione e distribuzione della rete a monte del punto di consegna dell'energia elettrica, alla quale devono essere sommate la reattanza del trasformatore e le reattanze delle condutture sino al punto prescelto per il calcolo della corrente di corto circuito.

b) Calcolo dei parametri relativi alla rete MT a monte del punto di consegna

Il distributore di energia elettrica, su richiesta, si limita a comunicare i seguenti dati:

- corrente di corto circuito per esempio 16 kA, oppure la potenza apparente di corto circuito per esempio 630 MVA;
- valore della tensione concatenata nel punto di consegna esempio 23000 V.

Impedenza totale a monte del punto di consegna

Dai dati forniti si può determinare l'impedenza totale a monte del punto di consegna con la seguente formula

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{MT}}{\sqrt{3} \cdot I_{MT}} = \frac{1{,}1 \cdot 23}{1{,}73 \cdot 16} = 0,914\ \Omega$$

oppure

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{MT}^2}{S_{MT}}$$

dove:

Z_Q - impedenza totale della linea MT a monte del punto di consegna

c - fattore di tensione = 1,1

$U_{MT} = U_n$ - tensione concatenata in media tensione nel punto di consegna

$S_{MT} = S''_k$ - potenza apparente di corto circuito in media tensione nel punto di consegna

$I_{MT} = I_k$ - corrente di corto circuito in media tensione nel punto di consegna

Parametri della linea MT a monte del punto di consegna

Date le caratteristiche della rete, a monte del punto di consegna dell'energia elettrica, si possono valutare i valori della reattanza e della resistenza (vedere Norma CEI 11-25 paragrafo 8) come segue:

la resistenza = 0,1 della impedenza, esempio
$0{,}1 \cdot 0{,}914 = 0{,}0914\ \Omega$

la reattanza = 0,995 dell'impedenza, esempio
$0{,}995 \cdot 0{,}914 = 0{,}9094\ \Omega$

I valori di resistenza e reattanza devono essere riportati al lato bassa tensione con il seguente fattore

Parametri linea MT riportati sul lato BT

$$k = \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}}\right)^2 = \left(\frac{400}{23000}\right)^2 = 0,000302$$

Per facilitare i calcoli è opportuno esprimere i valori in $m\Omega$

$R_{MT(LATO\ BT)}$ = 0,0914 · 0,000302 = 0,0000276 Ω · 1000 = 0,0276 $m\Omega$

$X_{MT(LATO\ BT)}$ = 0,9094 · 0,000302 = 0,0002746 Ω · 1000 = 0,2746 $m\Omega$

c) Calcolo dei valori di resistenza e di reattanza relativi all'eventuale linea MT dal punto di consegna (quadro MT in cabina di consegna) alla cabina di trasformazione

Resistenza e reattanza dal punto di consegna alla cabina di trasformazione

Il valore della resistenza e della reattanza del cavo di MT è indicato sui cataloghi dei costruttori del cavo ad esempio per cavo tipo RG7H1R 15/20 kV - sezione 1x50 mm^2:

Resistenza per metro = Rm = 0,499 Ω/km pari a 0,499 $m\Omega/m$

Reattanza per metro = Xm = 0,20 Ω/km pari a 0,20 $m\Omega/m$ (per posa a triangolo in quanto la reattanza varia con il tipo di posa)

La lunghezza della linea è di 100 m:

Resistenza = $R_{LMT} = Rm \cdot l$ = 0,499 · 100 = 49,9 $m\Omega$

Reattanza = $X_{LMT} = Xm \cdot l$ = 0,20 · 100 = 20,0 $m\Omega$

I valori di resistenza e reattanza devono essere riportati al lato bassa tensione con il fattore k (sopra visto)

$R_{LMT(LATO\ BT)}$ = 49,9 · 0,000302 = 0,0150 $m\Omega$
$X_{LMT(LATO\ BT)}$ = 20,0 · 0,000302 = 0,00604 $m\Omega$

d) Calcolo dei fattori relativi al "montante trasformatore" MT/bt

Calcolo fattori "montante trasformatore"

d1) Calcolo dei fattori relativi alla linea MT dal quadro MT al trasformatore

Il valore della resistenza e della reattanza del cavo in MT è indicato sui cataloghi dei costruttori del cavo ad esempio per cavo tipo RG7H1R 15/20 kV - sezione 1x50 mm^2:

Resistenza per metro = Rm = 0,499 Ω/km pari a 0,499 $m\Omega/m$

Reattanza per metro = Xm = 0,20 Ω/km pari a 0,20 $m\Omega/m$ (per posa a triangolo, in quanto la reattanza varia con il tipo di posa)

La lunghezza della linea è di 10 m

Resistenza della linea = $R_{LMT} = Rm \cdot l$ = 0,499 · 10 = 4,99 $m\Omega$

Reattanza della linea = $X_{LMT} = Xm \cdot l$ = 0,20 · 10 = 2,00 $m\Omega$

Parametri caratteristici trasformatore

I valori di resistenza e reattanza devono essere riportati al lato bassa tensione con il fattore k (sopra visto)

$R_{LMT(LATO\ BT)} = 4{,}99 \cdot 0{,}000302 = 0{,}00150\ m\Omega$

$X_{LMT(LATO\ BT)} = 2{,}00 \cdot 0{,}000302 = 0{,}000604\ m\Omega$

d2) Calcolo dei fattori relativi al trasformatore MT/bt

I valori della resistenza e della reattanza del trasformatore si calcolano con le sotto elencate formule conoscendo:

- la potenza apparente del trasformatore S_T in (kVA), esempio 250 kVA
- la tensione primaria del trasformatore U_T in (kV), esempio 23 kV
- la tensione secondaria del trasformatore U_{Tbt} in (V), esempio 400 V
- la tensione di corto circuito (V_{cc}%) esempio 6%
- le perdite nel rame in P_{cu} in (W), esempio 3800 W

$$Z_T = \frac{V_{cc}}{100} \cdot \frac{{U_{Tbt}}^2}{S_T} = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{250000} = 0,0384\ \Omega$$

pari 0,0384 · 1000 = 38,4 mΩ

La corrente nominale del trasformatore, lato bassa tensione, risulta di:

$$I = \frac{S_T}{1{,}73 \cdot U_{Tbt}} = \frac{250000}{1{,}73 \cdot 400} = 361,27\ A$$

il valore della resistenza si ricava dalla seguente formula:

$$R_T = \frac{P_{cu}}{3 \cdot I^2} = \frac{3800}{3 \cdot 361{,}27^2} = 0{,}0097\ \Omega$$

pari a 0,0097 · 1000 = 9,7 mΩ

il valore della reattanza si ricava dalla seguente formula:

$$X_T = \sqrt{{Z_T}^2 - {R_T}^2} = \sqrt{38,4^2 - 9{,}7^2} = 37,15\ m\Omega$$

d3) Calcolo dei valori di resistenza e di reattanza delle condutture dal trasformatore sul quadro generale bassa tensione (QGBT)

Il collegamento tra trasformatore e QGBT può essere realizzato

con cavi o condotti sbarre.
Per le condutture in cavo si consiglia di utilizzare la tabella CEI UNEL 35023-70 dove sono riportati i valori della resistenza e della reattanza in Ω/km (equivalente a mΩ/m) per ogni sezione di conduttore.
Per le condutture in condotti sbarre si consiglia di rilevare detti valori dal catalogo del costruttore.
I valori sopra citati sono in genere riferiti all'unità di lunghezza ed espressi in mΩ/m.
Nel nostro esempio il valore della resistenza e della reattanza del cavo bt è stato rilevato dalla tabella CEI UNEL 35023-70 (sezione 3 x 185 mm²).

Parametri per cavo BT da norme CEI

Resistenza per metro = Rm = 0,125 Ω/km pari a 0,125 mΩ/m

Reattanza per metro = Xm = 0,0742 Ω/km pari a 0,0742 mΩ/m (per posa a triangolo in quanto la reattanza varia con il tipo di posa)

La lunghezza della conduttura è stata considerata di 10 m

Resistenza della linea = $R_{btT} = Rm \cdot l = 0{,}125 \cdot 10 = 1{,}25$ mΩ

Reattanza della linea = $X_{btT} = Xm \cdot l = 0{,}0742 \cdot 10 = 0{,}742$ mΩ

La resistenza totale del "montante trasformatore"
$R_{mont.} = 0{,}0015 + 9{,}7 + 1{,}25 = 10{,}9515$ mΩ

La reattanza totale del "montante trasformatore"
$X_{mont.} = 0{,}00604 + 37{,}15 + 0{,}742 = 37{,}898$ mΩ

Riepilogo dei valori delle resistenze e reattanze a livello del quadro generale di bassa tensione (QGBT)

linee in MT e condutture bt	**Resistenza totale mΩ**	**Reattanza totale mΩ**
A - linea MT distributore	0,0276	0,2746
B - linea tra cabina di consegna e trasformazione	0,0150	0,00604
C - montante trasformatore	10,9515	37,898
Totale a livello del quadro generale QGBT	10,9941	38,17864

Impedenza complessiva

Il valore della corrente di corto circuito Icc a livello del QGBT si ricava dalle seguenti formule:

$$Z_{QGBT} = \sqrt{R_{QGBT}^2 + X_{QGBT}^2} = \sqrt{10,9941^2 + 38,17864^2} = 39{,}73 \text{ m}\Omega$$

Il valore di Z_{QGBT} = 39,73 mΩ = 0,03973 Ω

$$I_{cc} = \frac{U_0}{Z_{QGBT}} = \frac{230}{0,03973} = 5789 \text{ A}$$

Corrente di corto circuito a livello quadri di reparto

Per calcolare la corrente di corto circuito a livello di quadri di reparto o di distribuzione principale, si devono aggiungere ai valori della resistenza e reattanza a livello del QGBT i valori della resistenza e reattanza della conduttura che alimenta detto quadro.

Esempio:
si è prevista una conduttura in cavo 3,5 x 120 mm² della lunghezza di 50 m.
Dalla tabella CEI UNEL 35023-70 (sezione 3 x 120 mm²)

Resistenza per metro = Rm = 0,191 Ω/km pari a 0,191 $m\Omega/m$

Reattanza per metro = Xm = 0,074 Ω/km pari a 0,074 $m\Omega/m$ (per posa a triangolo in quanto la reattanza varia con il tipo di posa)

La lunghezza della conduttura è stata considerata di 50 m

Resistenza della linea = $R_{reparto} = Rm \cdot l$ = 0,191 · 50 = 9,55 $m\Omega$

Reattanza della linea = $X_{reparto} = Xm \cdot l$ = 0,0742 · 50 = 3,71 $m\Omega$

La resistenza totale a livello quadro di zona
$R_{reparto}$ =10,9941+9,55 = 20,5441 $m\Omega$

La reattanza totale a livello quadro di zona
$X_{reparto}$ =38,17864 +3,71= 41,888 $m\Omega$

Il valore della corrente di corto circuito Icc a livello del quadro di reparto o di distribuzione principale si ricava dalle seguenti formule:

Impedenza complessiva al punto indicato come reparto

$$Z_{reparto} = \sqrt{R^2_{reparto} + X^2_{reparto}} =$$

$$\sqrt{20,5441^2 + 41,888^2} = 46,6547\ m\Omega = 0{,}0466547\ \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_0}{Z_{QGBT}} = \frac{230}{0,0466547} = 4929,83\ A$$

Per calcolare la corrente di corto circuito a livello di quadro di zona o di utilizzazione alimentato dal quadro di reparto, si devono aggiungere, ai valori della resistenza e reattanza a livello del quadro di reparto, i valori della resistenza e reattanza della conduttura che alimenta detto quadro.

Esempio:
si è prevista una conduttura in cavo 4 x 25 mm² della lunghezza di 30 m
Dalla tabella CEI UNEL 35023-70 (sezione 3 x 25 mm²)

Resistenza per metro = Rm = 0,907 Ω/km pari a 0,907 $m\Omega/m$

Reattanza per metro = Xm = 0,0813 Ω/km pari a 0,0813 $m\Omega/m$ (per posa a triangolo in quanto la reattanza varia con il tipo di posa)

La lunghezza della conduttura è stata considerata di 30 m

Resistenza della linea = $R_{zona\cdot} = Rm \cdot l$ = 0,907 · 30 = 27,21 mΩ
Reattanza della linea = $X_{zona\cdot} = Xm \cdot l$ = 0,0813 · 30 = 2,439 mΩ

La resistenza totale a livello quadro di zona
$R_{zona\cdot}$ = 20,5441 + 27,21= 47,7541 mΩ

La reattanza totale a livello quadro di zona
$X_{zona\cdot}$ = 41,888 + 2,439 = 44,327 mΩ

Il valore della corrente di corto circuito Icc a livello del quadro di zona si ricava dalle seguenti formule:

Impedenza complessiva di zona

$$Z^2_{zona} = \sqrt{R^2_{zona} + X^2_{zona}} = \sqrt{47,754^2 + 44,327^2} =$$

$$65{,}1561 \text{ m}\Omega = 0{,}0651561 \ \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_0}{Z_{zona}} = \frac{230}{0,0651561} = 3529,98 \text{ A}$$

Attenzione alla presenza di più trasformatori in parallelo

Le necessità dell'impianto elettrico possono richiedere la messa in esercizio di più trasformatori, eventualmente in parallelo tra loro.
In presenza di più trasformatori in parallelo di uguale potenza si hanno resistenze e reattanze in parallelo tra loro tra il quadro MT in cabina di trasformazione ed il quadro generale di bassa tensione QGBT.

Schema generale

Esempio di calcolo con due trasformatori

e) *Esempio con due trasformatori in parallelo*

La resistenza equivalente del "montante trasformatori" con due trasformatori in parallelo risulta:
$R_{mont}/2 = 10{,}9515/2 = 5{,}47575\ m\Omega$

La reattanza equivalente del "montante trasformatori" con due trasformatori in parallelo risulta:
$X_{mont}/2 = 37{,}898/2 = 18{,}949\ m\Omega$

La somma delle resistenze e reattanze a livello del quadro generale QGBT con due trasformatori in parallelo diventa

linee in MT e condutture bt	**Resistenza totale mΩ**	**Reattanza totale mΩ**
A - linea MT distributore	0,0276	0,2746
B - linea tra cabina di consegna e trasformazione	0,0150	0,00604
C - montante trasformatore	5,47575	18,949
Totale a livello del quadro generale QGBT	5,51835	19,22964

Impedenza complessiva con due trasformatori in parallelo

$$Z_{QGBT} = \sqrt{R^2_{QGBT} + X^2_{QGBT}} = \sqrt{5,51835^2 + 19,22964^2} = 20,0057\ m\Omega$$

Il valore della corrente di corto circuito I_{cc} a livello del QGBT si ricava dalle seguenti formule:

Il valore di Z_{QGBT} = 20,0057 mΩ = 0,0200057 Ω

$$I_{cc} = \frac{U_0}{Z_{QGBT}} = \frac{230}{0,0200057} = 11496,72 \text{ A}$$

Come si può verificare, la corrente di corto circuito con due trasformatori in parallelo è circa il doppio della corrente di un singolo trasformatore, con tre trasformatori diventa tre volte quella di un solo trasformatore.
Se si desidera conoscere i valori della corrente di corto circuito nei quadri di reparto e di zona, si sommano le resistenze e le reattanze a quelle del QGBT e si eseguono i calcoli con i criteri sopra esposti.

Al fine di facilitare i calcoli, si allegano tre tabelle realizzate su "fogli elettronici" per i tre casi previsti nell'esempio, insieme ad un foglio con le formule per realizzare detti calcoli con il calcolatore (da Tab 9.2.2/1 a 9.2.2/4).
In molti casi, può essere sufficiente una valutazione approssimata del valore della corrente di corto circuito ai morsetti BT del trasformatore, trascurando l'impedenza della conduttura MT che ha valore trascurabile rispetto a quella del trasformatore: in questi casi si considera che la corrente di corto circuito sia limitata dal solo trasformatore e che sia infinita la potenza (apparente) simmetrica iniziale di corto circuito a monte del trasformatore.
Il valore della corrente di corto circuito si calcola con la seguente formula:

Per una valutazione di massima si considera solo la corrente di corto circuito dovuta al trasformatore sul lato bassa tensione

$$I = \frac{S_T}{1,73 \cdot U_{Tbt}} = \frac{250000}{1,73 \cdot 400} = 361,27 \text{ A}$$

$$I_{cc} = \frac{100}{V_{cc}} \cdot I_n = \frac{100}{6} \cdot 361,27 = 6021 \text{ A}$$

La differenza rispetto al valore calcolato in precedenza (5789 A) è del 3% circa.
Si ricorda che la tensione di corto circuito è il valore di tensione che applicato al primario del trasformatore (con il secondario in corto circuito) fa circolare la corrente nominale.
In un trasformatore con secondario in corto circuito, alimentato alla tensione nominale, circolerà una corrente che è pari alla corrente nominale moltiplicata per il rapporto $100/V_{cc}$.

Definizione di tensione di corto circuito per il trasformatore

Esempi:

con $V_{cc} = 4\%$, $I_k = 25 \cdot I_n$

con $V_{cc} = 5\%$, $I_k = 20 \cdot I_n$

con $V_{cc} = 6\%$, $I_k = 16,6 \cdot I_n$.

Calcolo con fornitura in bassa tensione

f) Calcolo della corrente di corto circuito con fornitura in bassa tensione

Il valore della corrente di corto circuito nei punti di consegna dell'energia elettrica deve essere richiesta al distributore di energia elettrica o rilevata da forniture esistenti.
La corrente di corto circuito, al termine di una conduttura, può essere valutato attraverso l'appendice F della Guida CEI 64-50 (vedi par. 9.3).

Tab. 9.2.2/1 Riepilogo per il calcolo della corrente di cortocircuito (con n° 1 trasformatore)

Dati "linea MT" comunicati dal					R	X	R	X
distributore di enrgia elettrica					parziale	parziale	totale	totale
U_{MT} (kV)	Icc (kA)	Pcc (MVA)	K	Z_Q	(ohm)	(ohm)	(mohm)	(mohm)
23	16		0,000302	0,9140	0,0914	0,9094	0,0276451	0,27507
Dati linea da cabina consegna a cabina di trasformazione					(mohm)	(mohm)		
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	100	0,499	0,2	0,000302	0,01509	0,00605	0,01509	0,00605
Dati "linea MT" da quadro MT a trasformatotre								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	10	0,499	0,2	0,000302	0,00151	0,00060		
Dati trasformatore								
S_T (kVa)	U_{TMT} (kV)	U_{Tbt} (V)	V_{cc}%	P_{cu} (W)				
250	23	400	6	3800				
Numero trasformatori in parallelo di uguale potenza								
			N°	**1**				
I_{bt}	Z_t	R_T (mhom)	X_T (mhom)					
361,27	38,4	9,7	37,15		9,7	37,15		
Dati "conduttura bt" da trasformatore a QGBT								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	n° cond.xF				
185	10	0,125	0,0742	1	1,25	0,742		
somma R e X "montante" di ogni trasformatore					10,9565	37,896		
somma R e X dei trasformatori funzionanti in parallelo							10,956	37,896
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro generale (QGBT)					**5,8**	39,7300	**10,9992**	**38,1771**
corrente di corto circuito a valle del solo trasformatore I_{cc} (kA) =						**6,0**		
Dati "conduttura" dal QGBT al quadro di reparto					a livello QGBT		10,9992	38,177
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 120	50	0,191	0,074		9,550	3,700	9,550	3,700
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di reparto					**5,0**	46,6472	**20,549**	**41,877**
Dati "conduttura" dal quadro di reparto al quadro di zona					a livello Q. di reparto		20,549	41,877
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 25	30	0,907	0,0813		27,210	2,439	27,210	2,439
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di zona					**3,5**	65,1526	**47,759**	**44,316**

Tab. 9.2.2/2 Riepilogo per il calcolo della corrente di cortocircuito (con n° 2 trasformatori in parallelo)

Dati “linea MT” comunicati dal					R	X	R	X
distributore di enrgia elettrica					parziale	parziale	totale	totale
U_{MT} (kV)	Icc (kA)	Pcc (MVA)	K	Z_Q	(ohm)	(ohm)	(mohm)	(mohm)
23	16		0,000302	0,9140	0,0914	0,9094	0,0276451	0,27507
Dati linea da cabina consegna a cabina di trasformazione					(mohm)	(mohm)		
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	100	0,499	0,2	0,000302	0,01509	0,00605	0,01509	0,00605
Dati “linea MT” da quadro MT a trasformatotre								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	10	0,499	0,2	0,000302	0,00151	0,00060		
Dati trasformatore								
S_T (kVa)	U_{TMT} (kV)	U_{Tbt} (V)	V_{cc}%	P_{cu} (W)				
250	23	400	6	3800				
Numero trasformatori in parallelo di uguale potenza								
			N°	**2**				
I_{bt}	Z_t	R_T (mhom)	X_T (mhom)					
361,27	38,4	9,7	37,15		9,7	37,15		
Dati “conduttura bt” da trasformatore a QGBT								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	n° cond.xF				
185	10	0,125	0,0742	1	1,25	0,742		
somma R e X “montante” di ogni trasformatore					10,9565	37,896		
somma R e X dei trasformatori funzionanti in parallelo							5,478	18,948
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro generale (QGBT)					**11,6**	20,0060	**5,5210**	**19,2291**
corrente di corto circuito a valle del solo trasformatore I_{cc} (kA) =						**12,0**		
Dati “conduttura” dal QGBT al quadro di reparto					a livello QGBT		5,5210	19,229
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 120	50	0,191	0,074		9,550	3,700	9,550	3,700
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di reparto					**8,4**	27,4386	**15,071**	**22,929**
Dati “conduttura” dal quadro di reparto al quadro di zona					a livello Q. di reparto		15,071	22,929
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 25	30	0,907	0,0813		27,210	2,439	27,210	2,439
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di zona					**4,7**	49,3074	**42,281**	**25,368**

Tab. 9.2.2/3 Riepilogo per il calcolo della corrente di cortocircuito (con n° 3 trasformatori in parallelo)

Dati "linea MT" comunicati dal					R	X	R	X
distributore di enrgia elettrica					parziale	parziale	totale	totale
U_{MT} (kV)	Icc (kA)	Pcc (MVA)	K	Z_Q	(ohm)	(ohm)	(mohm)	(mohm)
23	16		0,000302	0,9140	0,0914	0,9094	0,0276451	0,27507
Dati linea da cabina consegna a cabina di trasformazione					(mohm)	(mohm)		
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	100	0,499	0,2	0,000302	0,01509	0,00605	0,01509	0,00605
Dati "linea MT" da quadro MT a trasformatotre								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	K				
50	10	0,499	0,2	0,000302	0,00151	0,00060		
Dati trasformatore								
S_T (kVa)	U_{TMT} (kV)	U_{Tbt} (V)	V_{cc}%	P_{cu} (W)				
250	23	400	6	3800				
Numero trasformatori in parallelo di uguale potenza								
			N°	**3**				
I_{bt}	Z_t	R_T (mhom)	X_T (mhom)					
361,27	38,4	9,7	37,15		9,7	37,15		
Dati "conduttura bt" da trasformatore a QGBT								
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)	n° cond.xF				
185	10	0,125	0,0742	1	1,25	0,742		
somma R e X "montante" di ogni trasformatore					10,9565	37,896		
somma R e X dei trasformatori funzionanti in parallelo							3,652	12,632
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro generale (QGBT)					**17,2**	13,4313	**3,6949**	**12,9131**
corrente di corto circuito a valle del solo trasformatore I_{cc} (kA) =						**18,1**		
Dati "conduttura" dal QGBT al quadro di reparto					a livello QGBT		3,6949	12,913
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 120	50	0,191	0,074		9,550	3,700	9,550	3,700
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di reparto					**10,9**	21,2467	**13,245**	**16,613**
Dati "conduttura" dal quadro di reparto al quadro di zona					a livello Q. di reparto		13,245	16,613
Sez. (mm^2)	lung. (m)	$R_{unit.}$ (mhom)	$X_{unit.}$ (mhom)					
3,5 x 25	30	0,907	0,0813		27,210	2,439	27,210	2,439
					I_{cc} (kA)	Z		
somma R, X e calcolo Z a livello di quadro di zona					**5,2**	44,7167	**40,455**	**19,052**

Tab. 9.2.2/4 Riepilogo delle formule usate nelle precedenti tabelle

Dati "linea MT" com					R	X	R	X
distributore di energ					parziale	parziale	totale	totale
U_{MT} (kV)	Icc (kA)	Pcc (MVA)	K	Z_Q	(ohm)	(ohm)	(mohm)	(mohm)
23	16		=($C$19/($A$7*1000))^	=(1,1*A7)/(B7*1,73)	=0,1*E7	=0,995*E7	=(F7*E11)*1000	=(G7*E11)*1000
Dati "linea da cabina c					(mohm)	(mohm)		
Sez.(mm²)	lungh.(m)	$R_{unit.}$(mhom)	$X_{unit.}$(mohm)	K				
50	100	0,499	0,2	=($C$19/($A$7*1000	=B11*C11*E11	=B11*D11*E11	=F11	=G11
Dati "linea MT"da qu								
Sez.(mm²)	lungh.(m)	$R_{unit.}$(mhom)	$X_{unit.}$(mohm)	K				
50	10	0,499	0,2	=($C$19/($A$7*1000	=B15*C15*E15	=B15*D15*E15		
Dati trasformatore								
S_T (kVA)	U_{TMT} (kV)	U_{Tbt} (V)	V_{cc} %	P_{cu} (W)				
250	23	400	6	3800				
Numero trasformatori								
			N°	1				
I_{bt}	Z_T	R_T (mohm)	X_T (mohm)					
=(A19*1000)/(1,73*C	=(D19/100)*(C19^2/A	=E19/(3*A23^2)*1000	=RADQ((B23^2)-(C23^2		=C23	=D23		
Dati "conduttura bt"								
Sez.(mm²)	lungh.(m)	$R_{unit.}$(mhom)	$X_{unit.}$(mohm)	n° cond.xF				
185	10	0,125	0,0742	1	=B27*C27/E27	=B27*D27/E27		
somma R e X "monta					=SOMMA(F14:F2	=SOMMA(G14:G27)		
somma R e X dei tra							=F29/E21	=G29/E21
					$I_{CC\ (kA)}$	Z		
somma R, X e calcol					**=(C19/1,73)/G32**	=RADQ((H32^2)+(I32^2	**=SOMMA(H4:H30)**	**=SOMMA(I4:I30)**
corrente di corto circ						**=((100/D19)*(A23*E21))**		
Dati "conduttura" da					a livello QGBT		=H32	=I32
Sez.(mm²)	lungh.(m)	$R_{unit.}$(mhom)	$X_{unit.}$(mohm)					
3,5x120	50	0,191	0,074		=B39*C39	=B39*D39	=F39	=G39
					$I_{CC\ (kA)}$	Z		
somma R, X e calcol					**=($C$19/1,73)/G**	=RADQ((H41^2)+(I41^2	**=SOMMA(H37:H39)**	**=SOMMA(I37:I39)**
Dati "conduttura" dal					a livello Q. di rep		=H41	=I41
Sez.(mm²)	lungh.(m)	$R_{unit.}$(mhom)	$X_{unit.}$(mohm)					
3,5x25	30	0,907	0,0813		=B45*C45	=B45*D45	=F45	=G45
					$I_{CC\ (kA)}$	Z		
somma R, X e calcol					**=($C$19/1,73)/G**	=RADQ((H47^2)+(I47^2	**=SOMMA(H43:H45)**	**=SOMMA(I43:I45)**

CAPITOLO 10

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

10. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

10.1. INTRODUZIONE

Sovracorrenti:
- sovraccarico
- corto circuito

Le sovracorrenti si possono considerare associate a due fenomeni distinti:

- sovraccarico: tipico di un circuito elettricamente sano, nel quale la corrente assume un valore superiore alla corrente di impiego prevista;
- corto circuito: tipico di un guasto d'isolamento del circuito o degli utilizzatori, nel quale la corrente può assumere valori elevati.

La protezione da detti eventi deve essere attuata in modo che gli stessi non causino danni permanenti all'impianto: un corto circuito deve essere eliminato in tempi decisamente brevi, in quanto evento distruttivo e derivante da guasto solitamente permanente (almeno in bassa tensione). Un sovraccarico può, invece permanere per tempi più lunghi in quanto, non essendo associato ad un fenomeno di guasto, può estinguersi da sé; va eliminato (interruzione dell'alimentazione) solo quando il tempo di permanenza dell'evento può danneggiare l'impianto protetto.

Criteri di protezione contro le sovracorrenti

I criteri per attuare la protezione nei circuiti utilizzatori sono riportati nella Norma CEI 64-8. Una nota per la corretta comprensione della Norma è la seguente: la protezione da sovraccarico e corto circuito può essere affidata a due apparecchi distinti o ad un unico apparecchio. In pratica è generalmente l'ultima soluzione che viene adottata in quanto è prevalente l'impiego dell'interruttore magnetotermico che contiene uno sganciatore termico (protezione contro le sovracorrenti) ed uno magnetico (protezione contro i corto circuiti). Le funzioni dei due tipi di sganciatori sono indicate nel seguito.
In alternativa, nel rispetto delle condizioni di seguito indicate, è possibile utilizzare altri dispositivi con adeguate caratteristiche di protezione da sovraccarichi e corto circuiti, ad esempio i fusibili.

Dato che l'uso di detti dispositivi in Italia è abbastanza limitato, nel seguito, per praticità, si farà riferimento all'utilizzo di interruttori magnetotermici, anche se le considerazioni di seguito esposte possono essere applicate a tutti i tipi di apparecchi idonei alla protezione.

10.2. PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI

Il sovraccarico va eliminato tempestivamente

L'effetto di un sovraccarico è un sovrariscaldamento che può portare al danneggiamento dei materiali isolanti se il sovraccarico non è eliminato. È poco opportuno interrompere rapidamente un circuito per sovraccarico in quanto, non essendo questo un evento di guasto, c'è la possibilità che le correnti rientrino naturalmente nell'ambito dei valori nominali. Per consentire questo, ma contemporaneamente non danneggiare le condutture e gli utilizzatori, l'interruzione dei sovraccarichi è solitamente affidata ad uno sganciatore termico, il quale, riscaldandosi, ricalca le condizioni di riscaldamento degli utilizzatori e interviene prima che esse diventino dannose. Detto sganciatore ha una caratteristica detta "a tempo inverso", in quanto, all'aumentare dell'intensità della corrente di sovraccarico, diminuisce il tempo d'intervento (fig. 10.2/1). Con l'utilizzo di questo tipo di caratteristica, a seguito di un lieve sovraccarico, non si ha l'interruzione rapida dell'alimentazione, perché l'intensità della corrente assorbita può ridursi spontaneamente prima di divenire dannosa per l'impianto. D'altro canto all'aumentare dell'entità della corrente di sovraccarico diminuisce il tempo per cui detta corrente può non essere pericolosa e, pertanto, deve diminuire il tempo d'intervento dello sganciatore.

Protezione da sovraccarico affidate allo sganciatore termico, dalla caratteristica a tempo inverso

Caratteristica dello sganciatore a tempo inverso

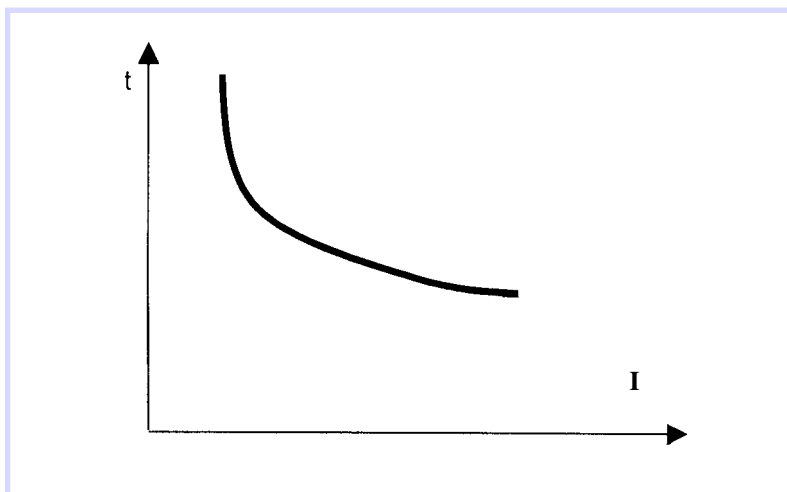



Fig. 10.2/1 Sganciatore a tempo inverso

La protezione da sovraccarico dei conduttori si effettua ai sensi dell'art. 433.2 della già citata Norma CEI 64-8.
Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve essere scelto in modo che siano rispettate le due seguenti condizioni:

Condizioni da soddisfare per la protezione dai sovraccarichi

$$(1) \quad I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) \quad I_f \leq 1{,}45\ I_z$$

dove:

- I_B - corrente di impiego del circuito
- I_z - portata in regime permanente della conduttura
- I_n - corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f - corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione in condizioni definite

Il significato delle suddette relazioni è il seguente:

- la relazione (1): valutata la corrente d'impiego del circuito I_B, ovvero l'effettivo valore di corrente che fluisce nel circuito durante il suo funzionamento (effettiva corrente richiesta dai carichi). È necessario scegliere un apparecchio di protezione avente una corrente nominale I_n uguale o superiore alla suddetta corrente d'impiego; inoltre la conduttura di collegamento deve avere una portata I_z superiore, o al massimo uguale, alla corrente nominale del dispositivo di protezione;
- la relazione (2): il dispositivo di protezione, sopra determinato, deve avere una corrente di sicuro funzionamento su sovraccarico I_f non superiore alla portata della conduttura maggiorata del 45%.

La corrente I_z è la portata dei conduttori calcolata tenendo in considerazione le condizioni di posa e la temperatura di esercizio. Per quanto riguarda i cavi, il valore I_z in base ai criteri sopra esposti, si ricava dalla Norma CEI UNEL 35024/1 e /2. Per i condotti sbarre occorre fare riferimento alle indicazioni dei costruttori.
Se operativamente è sufficiente rispettare le relazioni (1) e (2) affinché sia garantito il rispetto della regola dell'arte, è interessante analizzare i concetti che ne hanno definito la determinazione, anche per una corretta applicazione delle stesse.

Vanno rispettate le relazioni affinché sia garantita la regola dell'arte

Si supponga di non considerare la relazione (2), si utilizzi la relazione (1) nel suo limite di applicazione, ovvero

$$I_B \leq I_n = I_z$$

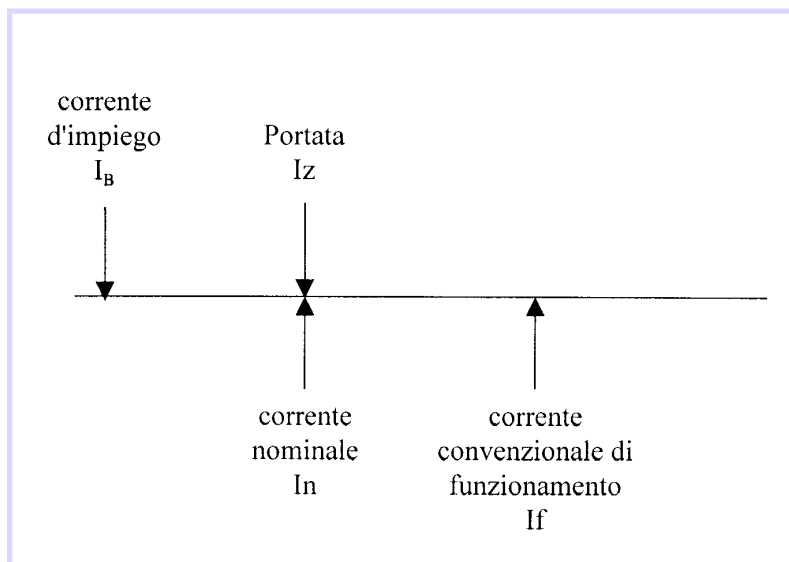
Dato che la corrente di funzionamento I_f è senz'altro maggiore di I_n, graficamente si ha la situazione descritta in fig. 10.2/2.

Caso In = Iz

Fig. 10.2/2 Rappresentazione grafica delle formule (1) e (2). Caso $I_n = I_z$

Così facendo, però, in caso di corrente di sovraccarico compresa tra I_n e I_f, il dispositivo di protezione non interverrebbe e il sovraccarico si manterrebbe per un tempo indefinito. Benché prevista dalla Norma, questa è una situazione di funzionamento limite, che corrisponde alla massima utilizzazione della conduttura e alla minima protezione della stessa.
In alternativa, per preservare completamente i conduttori, la loro portata dovrebbe essere almeno uguale alla corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione: al che le correnti superiori a I_z causano senz'altro l'intervento del dispositivo stesso. Pertanto, ferma restando la relazione (1), la (2) diventa:

$$I_f \leq I_z$$

e, al limite di applicazione,

$$I_f = I_z$$

In forma grafica, la combinazione della precedente relazione e della (1) è la seguente (fig. 10.2/3).

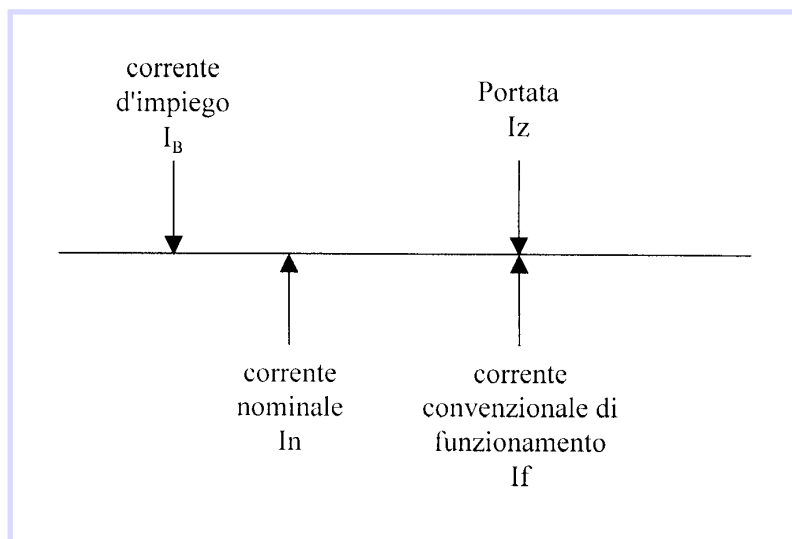



Fig. 10.2/3 Rappresentazione grafica delle formule (1) e (2). Caso $I_f = I_z$

Caso If = Iz

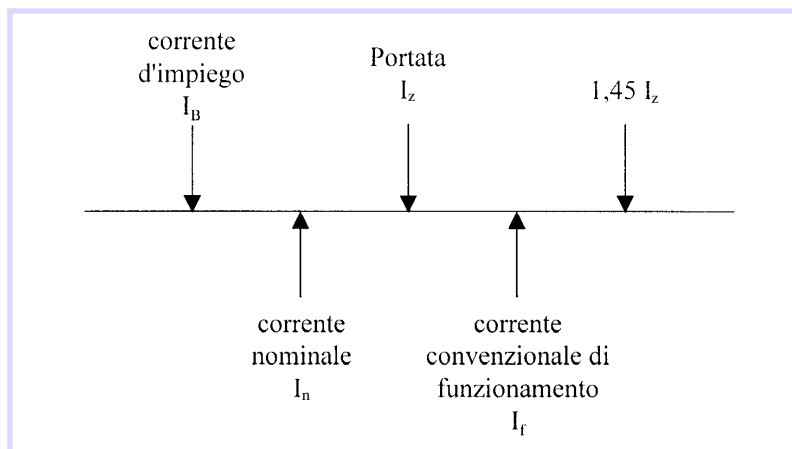
Dalla fig. 10.2/3 si nota che, operando in questo modo, si ha un sovradimensionamento della conduttura, corrispondente alla differenza tra le correnti I_n e I_f; pertanto la conduttura non è sfruttata al pieno della sua portata. D'altro canto è, però, completamente garantita la protezione della conduttura stessa. Così facendo si è pertanto nella condizione di minima utilizzazione della conduttura e nella massima protezione della stessa.
Per ricercare un adeguato compromesso tra le due condizioni limite sopra esposte, ovvero la totale protezione della conduttura o il rischio di una non adeguata protezione della stessa fino alla corrente di funzionamento I_f, sono state introdotte le relazioni (1) e (2), rappresentate graficamente in fig. 10.2/4.

Caso generale

Fig. 10.2/4 Rappresentazione grafica delle formule (1) e (2).
Caso generale

Si accetta così che per le correnti di sovraccarico comprese tra I_z e I_f, il dispositivo di protezione non intervenga, in quanto si ritiene che le suddette correnti in pratica si presentino con bassa frequenza e rientrino in tempi adeguatamente brevi al di sotto di I_z. Per questo nel commento all'art. 433.2 della Norma CEI 64-8 è consigliato di fissare il valore della corrente di impiego I_B in modo che il valore I_z non sia frequentemente superato.

Situazione pericolosa: frequenti sovraccarichi di bassa tensione

Inoltre, situazione particolarmente critica, è quella in cui si verificano frequenti sovraccarichi di valore non eccessivamente elevato, di durata modesta: in questo caso è possibile che si verifichi un deterioramento dell'isolamento del circuito, senza che esso possa essere correttamente rilevato.

Da quanto detto discende che l'applicazione delle relazioni (1) e (2) deve essere condotta con coscienza di quanto si sta attuando: in particolare, se è noto che un utilizzatore avente una data I_B possa frequentemente raggiungere il valore compreso tra I_z e I_f, è necessario scegliere una conduttura con portata maggiore (con I_z maggiore), affinché la conduttura venga adeguatamente protetta.

Si noti che utilizzando per la protezione dei sovraccarichi interruttori magnetotermici, la relazione (2) sopra riportata è soddisfatta automaticamente a patto di applicare correttamente la relazione (1).

Infatti:

- gli interruttori per uso domestico e similare (generalmente gli interruttori modulari) hanno una corrente convenzionale di funzionamento pari a 1,45 volte la corrente nominale del dispositivo: questo è indicato nella relativa Norma di prodotto (Norma CEI EN 60898 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari")
- gli interruttori ad uso industriale (interruttori scatolati o aperti) hanno una corrente convenzionale di intervento pari a 1,3 I_n; questo è indicato nella relativa Norma di prodotto (Norma CEI EN 60947-2 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici").

Si nota che, dal punto di vista delle Norme di prodotto, il valore 1,3 I_n è legato al fatto che la temperatura di riferimento per la determinazione della I_f è maggiore per gli interruttori ad uso industriale: riadattando la I_f alla stessa temperatura degli interruttori ad uso domestico, si ottiene un valore molto prossimo a 1,45 I_n e, pertanto, il rispetto della condizione (2).

10.3. Protezione dai cortocircuiti

I corto circuiti provocano sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche

Gli effetti di un corto circuito consistono in un surriscaldamento e in sollecitazioni di natura elettrodinamica tra i conduttori: questi effetti possono portare al danneggiamento delle apparecchiature e dei conduttori attraversati dalla corrente di guasto, se il

corto circuito non è adeguatamente interrotto. L'interruzione è generalmente affidata ad uno sganciatore o relè magnetico, che è di tipo "a tempo indipendente", il cui intervento è approssimativamente indipendente dal valore della corrente di attivazione (fig. 10.3/1). Questo perché le correnti di corto circuito devono essere estinte in tempi molto brevi, indipendentemente dal valore di detta corrente, per evitare danni irreversibili sull'impianto.
Inoltre, sempre nell'intento di ridurre gli effetti del corto circuito, sono stati realizzati dispositivi del tipo "limitatore" i quali interrompono la corrente prima che raggiunga il valore massimo: si riduce così sia l'intensità di corrente sia il tempo di circolazione della stessa, e quindi l'energia associata al guasto. I dispositivi limitatori per eccellenza sono i fusibili; gli interruttori automatici, invece, devono essere opportunamente progettati per assolvere la funzione di limitatore; essi devono essere concepiti in modo che l'interruzione avvenga non solo a causa dello sganciatore magnetico, ma sia resa ancor più rapida dalla stessa corrente di corto circuito: infatti, la parte mobile e fissa dei contatti è costruita in modo che gli sforzi elettrodinamici legati alla corrente di corto circuito causino rapidamente l'apertura dei contatti stessi.

Interruttori limitatori

Gli interruttori limitatori agiscono diminuendo il valore di picco e la durata (e quindi l'energia specifica) della corrente di guasto; dal quadrato del valore di picco della corrente dipendono gli sforzi elettrodinamici tra le parti conduttrici, mentre dall'energia specifica dipendono le sollecitazioni termiche: pertanto gli interruttori limitatori riducono gli sforzi elettrodinamici e termici su conduttori e apparecchi da essi protetti.

Gli sforzi elettrodinamici dipendono da I^2 mentre gli sforzi termici dipendono dall'energia specifica. Scopo dell'interruttore limitatore: ridurre sforzo elettrodinamico e termico su apparecchi protetti

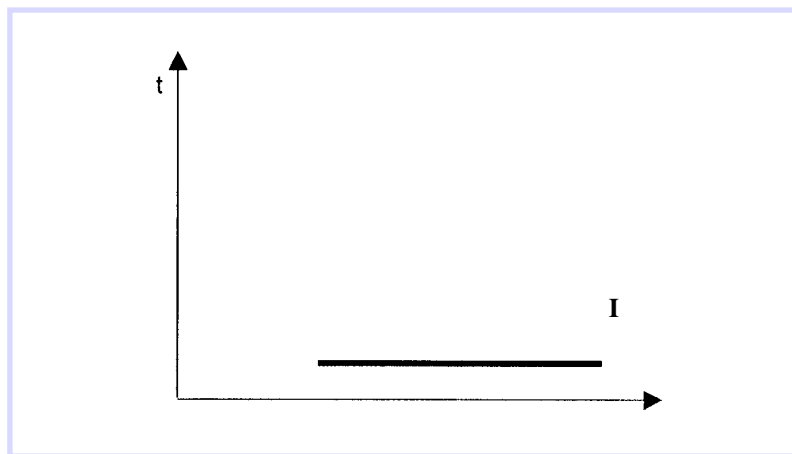



Fig. 10.3/1 Sganciatore a tempo indipendente

Caratteristica dello sganciatore a tempo indipendente

CEI 64-8

I criteri di protezione contro i corto circuiti sono indicati nella già citata Norma per gli impianti elettrici di bassa tensione (Norma CEI 64-8), in particolare nell'art. 434.3 di detta Norma.
È necessario scegliere un dispositivo con potere d'interruzione maggiore o al limite uguale alla corrente di corto circuito nel punto d'installazione. In alternativa, è consentito utilizzare dispositivi con potere d'interruzione minore, a patto che a monte vi sia un dispositivo con adeguato potere d'interruzione, che sia coordinato secondo i criteri della protezione in serie ("back-up") (si veda in proposito il cap. 10.4).
La scelta del potere d'interruzione dei vari tipi di interruttore va fatta tenendo presenti le definizioni delle Norme che ad essi si riferiscono.

CEI EN 60947-2

Per gli interruttori ad uso industriale (solitamente interruttori scatolati e aperti), conformi alla Norma CEI EN 60947-2 ("Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"), il potere d'interruzione è definito mediante due grandezze: il potere d'interruzione estremo (I_{cu}) e il potere d'interruzione di servizio (I_{cs}), generalmente espresso come percentuale di I_{cu} . La differenza tra le due grandezze è legata alle condizioni di prova che le definiscono e alla capacità o meno di portare continuativamente la corrente nominale al termine della prova.

CEI EN 60898

Per gli interruttori ad uso domestico o similare (Norma CEI EN 60898 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari"), viene definito il potere d'interruzione nominale I_{cn} al quale è associato il relativo valore di I_{cs}.

Concetto base della protezione da corto circuito

Fatta la scelta del potere d'interruzione, si analizza nel seguito il criterio di protezione delle condutture dal corto circuito. Il concetto che sta alla base della modalità di protezione è quello di "energia specifica" E_{sp}, responsabile dei fenomeni termici distruttivi associati al corto circuito.

Energia specifica termica

Analiticamente detta energia specifica deriva dall'integrazione del quadrato della corrente di corto circuito nel tempo, ovvero è data da:

$$E_{sp} = \int_0^t i^2 dt$$

dove:

- t - istante di tempo generico in secondi;
- i - andamento della corrente nel tempo in ampere.

Affinché le condutture siano protette dal corto circuito, è necessario che l'energia specifica lasciata passare dai dispositivi di protezione sia inferiore a quella che esse possono sopportare, deve

essere cioè soddisfatta la seguente relazione:

$$\int_0^t i^2 dt \leq K^2 S^2$$

dove:

S - sezione del conduttore in mm^2

K - coefficiente che tiene conto del tipo di materiale conduttore e isolante, delle temperature iniziali e finali del conduttore durante il corto circuito: i valori di K dati dalla Norma sono riportati nella Tab. 10.3/1.

L'energia specifica deve essere ≤ a quella sopportabile

Tab. 10.3/1 Valori del coefficiente K dati dalla Norma CEI 64-8

Coefficiente K della Norma CEI 64-8

K	Conduttori
115	conduttori in rame isolati in PVC
135	conduttori in rame isolati in gomma ordinaria o butilica
143	conduttori in rame isolati in gomma etilpropilenica e propilene reticolato
74	conduttori in alluminio isolati in PVC
87	conduttori in alluminio isolati in gomma ordinaria o butilica
115	giunzioni saldate a stagno tra conduttori di rame

L'operazione d'integrazione, data la difficoltà analitica del calcolo integrale e la difficoltà di determinazione dell'andamento della corrente i nel tempo, è estremamente complicata e poco utilizzabile agli effetti pratici. Inoltre, le ipotesi che stanno alla base della determinazione della precedente relazione sono giustificate se il riscaldamento dei conduttori è adiabatico, ovvero senza scambio di calore con l'esterno: ciò avviene se il tempo di passaggio della corrente è sufficientemente breve.
Per questo le indicazioni sopra riportate valgono solo se la durata della corrente di corto circuito è inferiore a 5 s (così come detto dalla Norma CEI 64-8).
Con queste ipotesi, è possibile valutare l'energia specifica passante degli apparecchi di protezione in un modo semplice e praticamente utilizzabile, e cioè:

- per interruttori aventi ritardo su corto circuito maggiore di 0,1 s (e minori di 5 s), è possibile approssimare il calcolo dell'energia specifica nella seguente maniera:

$$E_{sp} = \int_0^t i^2 dt \cong I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

- I - valore efficace della corrente di corto circuito in ampere;
- t - ritardo impostato del dispositivo in secondi;
- S - sezione del conduttore in mm^2;
- K - coefficiente che tiene conto del tipo di materiale conduttore e isolante, delle temperature iniziali e finali del conduttore durante il corto circuito: i valori di K dati dalla Norma sono riportati nella Tab. 10.3/1.

Per ritardi < a 0,1 s l'energia specifica passante è fornita dal costruttore

- per interruttori non ritardabili o con ritardo inferiore a 0,1 s, oppure per i fusibili, il valore dell'energia specifica passante deve essere fornito dai costruttori; in particolare per gli interruttori automatici i costruttori forniscono curve caratteristiche che riportano, in funzione della corrente, il valore dell'energia specifica I^2t lasciata passare; l'andamento tipico di dette curve è riportato a titolo esemplificativo nella fig. 10.3/4.

Metodo grafico

Qualora non sia disponibile la curva K^2S^2 del conduttore, si può seguire la seguente procedura:

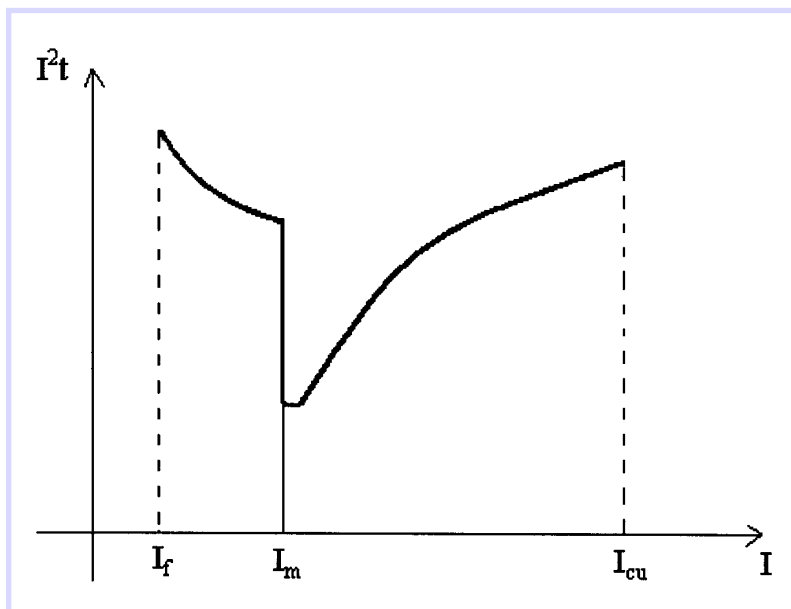
a - verificare che l'interruttore abbia un potere di interruzione uguale o superiore al valore della corrente di corto circuito esistente nel punto di installazione;

b - leggere sull'ascissa il valore della corrente di corto circuito e salire verticalmente sino ad intercettare la curva dell'interruttore in esame;

c - tracciare una linea orizzontale sino ad incontrare l'ordinata e leggere il valore dell'energia specifica lasciata passare dall'interruttore;

d - calcolare l'energia specifica sopportabile dal cavo con la formula K^2S^2;

e - verificare che sia soddisfatta la formula $I^2t \leq K^2S^2$.

Fig. 10.3/4 Caratteristica I^2t in funzione della corrente I di un interruttore magnetotermico

Caratteristica I^2t in funzione della corrente I per un dispositivo di protezione magneto-termico

Nella precedente figura 10.3/4 si possono individuare le seguenti grandezze:

- I_f : corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore;
- I_m : corrente d'intervento magnetico dell'interruttore;
- I_{cu} : potere d'interruzione estremo sopra definito.

Inoltre nella figura sono riconoscibili le seguenti zone:

- correnti comprese tra I_f e I_m : zona d'intervento dello sganciatore termico;
- correnti comprese tra I_m e I_{cu} : zona d'intervento dello sganciatore magnetico.

Verifica della corretta protezione

Per la verifica della corretta protezione delle condutture da parte di un interruttore magnetotermico si può procedere come di seguito riportato.
Si disegnino sullo stesso grafico (fig. 10.3/5) la caratteristica dell'energia specifica lasciata passare dall'interruttore (curva A) con l'energia specifica sopportata dalla conduttura K^2S^2 (curva B): in particolare quest'ultima è una retta orizzontale per valori di tempo di intervento dell'interruttore inferiori a 5 s, mentre per tempi superiori (generalmente la zona di intervento dello sganciatore termico) ricalca a grandi linee la curva dello sganciatore termico dell'interruttore.

Sovrapposizione della caratteristica del dispositivo di protezione con quella dell'energia specifica sopportata dalla conduttura per una protezione tra I_m e I_1

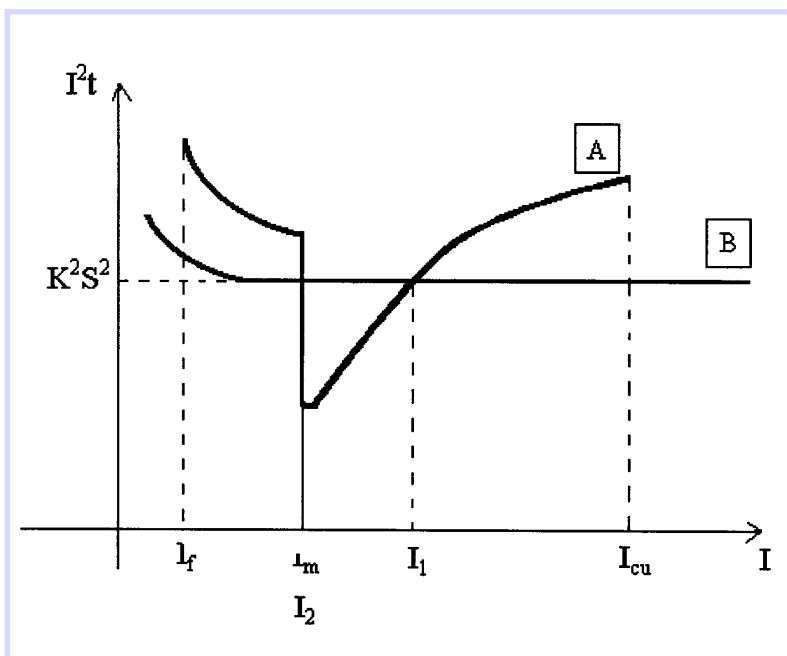



Fig. 10.3/5 Sovrapposizione della caratteristica di un interruttore con l'energia specifica sopportata da una conduttura nel caso la conduttura sia protetta per correnti comprese tra I_m e I_1

- I_f : corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore;
- I_m : corrente d'intervento magnetico dell'interruttore;
- I_{cu} : potere d'interruzione estremo;
- I_1 : corrente di corto circuito a inizio linea;
- I_2 : corrente di corto circuito a fine linea;
- curva A: andamento caratteristico dell'I^2t lasciato passare da un interruttore magnetotermico;
- curva B: energia specifica sopportabile da una conduttura K^2S^2.

Valutazione del metodo grafico

Dall'osservazione della figura si nota che il valore dell'energia specifica I^2t è maggiore di quella sopportata dalla conduttura K^2S^2 nei seguenti casi:

- per correnti superiori a I_1: detta corrente rappresenta il limite superiore di corrente di corto circuito, oltre la quale la conduttura non è protetta: per questo la corrente di corto circuito, valutata nel punto iniziale della conduttura, non deve essere superiore a I_1;
- per correnti inferiori a I_2 (coincidente con la corrente limite di intervento dello sganciatore magnetico I_m): detta corrente rappresenta il limite inferiore di corrente di corto circuito, al di sotto della quale la conduttura non è protetta: per questo la corrente di corto circuito, valutata nel punto finale della conduttura, non deve essere inferiore a I_2.

Pertanto si deve definire una lunghezza limite della conduttura, che è quella per cui la corrente di corto circuito a fine linea coincide con I_2.

Protezione con un solo interruttore magneto-termico

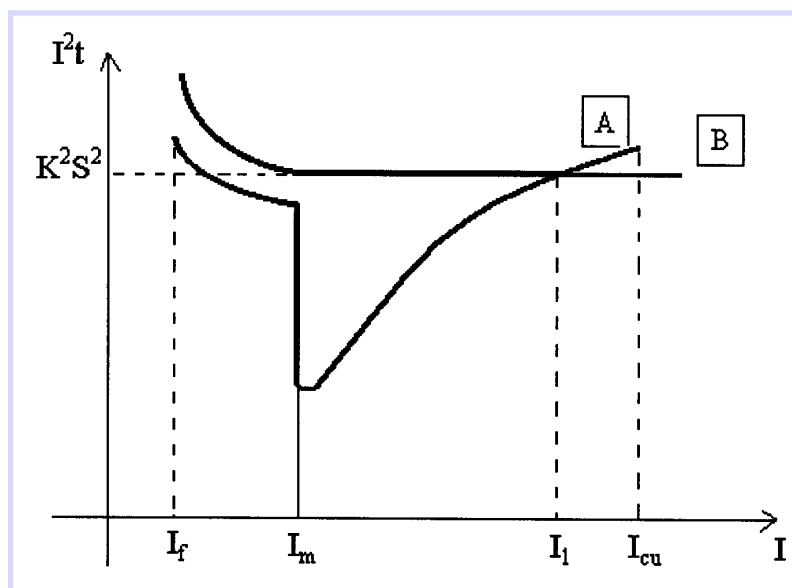
Quando, però, contemporaneamente la protezione dai corto circuiti e dai sovraccarichi (secondo i criteri del par. 10.2) è affidata ad un solo interruttore magnetotermico, implicitamente la Norma CEI 64-8 asserisce che, nel campo d'intervento dello sganciatore termico, l'energia sopportabile dalla conduttura è sempre superiore a quella lasciata passare dall'interruttore (fig. 10.3/6).

Sovrapposizione della caratteristica del dispositivo di protezione con quella dell'energia specifica sopportata dalla conduttura per una protezione coordinata dei sovraccarichi

Fig. 10.3/6 Sovrapposizione della caratteristica di un interruttore con l'energia specifica sopportata da una conduttura; caso di conduttura coordinata per la protezione dai sovraccarichi.

- I_f : corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore;
- I_m : corrente d'intervento magnetico dell'interruttore;
- I_{cu} : potere d'interruzione estremo;
- I_1 : corrente di corto circuito a inizio linea
  - curva A: andamento caratteristico dell'I^2t lasciato passare da un interruttore magnetotermico;
  - curva B: energia specifica sopportabile da una conduttura K^2S^2.

In questo caso si vede che non esiste un limite inferiore di corrente di corto circuito: pertanto, la conduttura non presenta una lunghezza limite protetta. Come prima, però, resta definito il valore di corrente di corto circuito a inizio linea, che non deve essere superiore a I_1.
Tutto questo è detto nel commento all'art. 533.3 della Norma CEI 64-8.

10.4 Coordinamento delle protezioni contro sovraccarico e cortocircuito

Difficoltà di coordinamento con più interruttori in serie

Coordinamento delle protezioni significa sceglierle in modo da garantire il loro criterio d'intervento, quando siano collegate in cascata.
Si esamini, ad esempio, la fig. 10.4/1

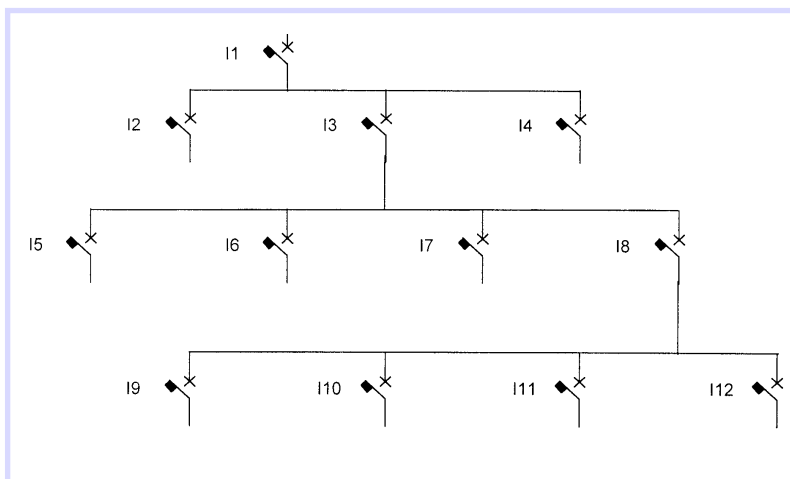



Fig. 10.4/1 Esempio di impianto elettrico

Scopo: evitare fuori servizio di altre utenze non interessate dal guasto

Per un guasto a valle di I_{10} si dovrebbe evitare l'intervento di I_8, I_3 e/o I_1, che porrebbero fuori tensione altre utenze. Se si attua un coordinamento di questo tipo, si realizza la *selettività* delle protezioni.
In bassa tensione può risultare complicato, se non impossibile, ricercare la selettività tra tutte le protezioni in un impianto con elevato numero di apparecchi in cascata. In genere, si ricerca nei primi livelli di distribuzione (quadro generale o primi quadri derivati), per limitare il numero di utenti posti fuori servizio in condizione di guasto.
Un altro caso che si può presentare è il seguente. Per questioni di economicità potrebbe essere conveniente scegliere, ai livelli terminali della distribuzione, interruttori con potere d'interruzione inferiore a quello realmente richiesto. Per esempio, nella fig. 10.4/1, si potrebbero scegliere gli interruttori da I_9 a I_{12} con potere d'interruzione inferiore alla corrente di corto circuito nel punto d'installazione, a patto che l'interruttore I_8 abbia adeguato potere d'interruzione e sia in grado di proteggere, in caso di guasto alla piena corrente di corto circuito, anche gli interruttori da esso derivati. In questo caso si parla di *protezione in serie* ("back-up").

Protezione in serie (back-up)

Generalmente, detto coordinamento delle protezioni, si realizza nei livelli terminali della distribuzione in quanto, ritornando all'esempio, un guasto a valle di uno degli interruttori derivati

(da I_9 a I_{12}) causerebbe anche l'intervento di I_8, ponendo fuori tensione tutto il ramo da esso protetto. L'attitudine a realizzare la protezione in serie ("back-up") tra interruttori automatici e la massima corrente di corto circuito alla quale essa è efficace deve essere definita con prove di laboratorio. In genere, è sufficiente basarsi sulle indicazioni che i costruttori forniscono dei propri apparecchi.
Sia che si attui la selettività o la protezione in serie ("back-up"), è opportuno sottolineare che il coordinamento deve essere posto come obiettivo della progettazione dell'impianto, in quanto una sua attuazione a impianto finito potrebbe dare scarsi risultati. Oltretutto il coordinamento selettivo degli interruttori può, in alcuni casi, essere economicamente più oneroso.
Riguardo al tipo di coordinamento da attuare, si presti attenzione a quanto di seguito indicato.

La selettività solo quando è richiesta

La Norma impianti CEI 64-8 richiede il coordinamento selettivo, quando le necessità di esercizio di un impianto lo richiedano. Questo è legato alla difficoltà di ottenere la selettività in impianti con più livelli di distribuzione e al maggior costo di un impianto progettato per essere selettivo rispetto ad uno non concepito come tale.

Back-up: si usa come possibilità per ridurre costo

La protezione in serie ("back-up"), invece, è una possibilità che viene lasciata per ridurre il costo dell'impianto, anche se, a seguito di un guasto, la frazione d'impianto messa fuori servizio è senz'altro maggiore rispetto ad un impianto selettivo.

10.4.1. Considerazioni sul coordinamento selettivo delle protezioni

Selettività: totale - parziale - amperometrica - cronometrica

La selettività tra due protezioni in cascata è detta:

- totale, quando essa è garantita sino al valore massimo della corrente di corto circuito nel punto d'installazione;
- parziale, quando è garantita per un valore inferiore alla massima corrente di corto circuito nel punto d'installazione.

In bassa tensione esistono differenti tecniche per ottenere la selettività.
Le più comuni sono:

- selettività amperometrica
- selettività cronometrica.

a - Selettività amperometrica

Selettività delle protezioni basata sulla corrente

La selettività amperometrica si ottiene per correnti I_S inferiori alla soglia di scatto istantaneo del dispositivo a monte, come riportato nella fig. 10.4/2.

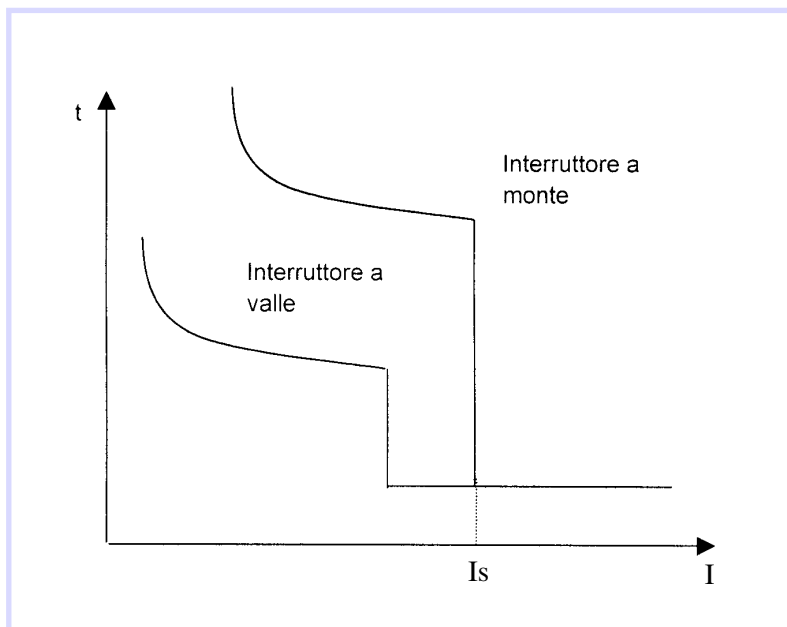



Fig. 10.4/2 Selettività amperometrica sulla curva tempo-corrente d'intervento
Is: corrente limite di selettività

Selettività amperometrica

Dalla figura si vede che Is è la corrente limite di selettività, ovvero la corrente alla quale si verifica lo sgancio istantaneo del dispositivo a monte.
Usualmente, la selettività amperometrica è garantita per valori relativamente piccoli di corrente (circa 10 volte la corrente nominale del dispositivo a monte).

b - SELETTIVITÀ CRONOMETRICA

Selettività delle protezioni basata sul ritardo intenzionale

Questo tipo di selettività è praticamente attuabile quando l'interruttore a monte è dotato di ritardo intenzionale fisso o regolabile.
Il concetto di selettività cronometrica è quello di porre un ritardo intenzionale all'interruttore a monte, in modo che la sua caratteristica tempo – corrente sia sempre superiore a quella dell'interruttore a valle (fig. 10.4/3).

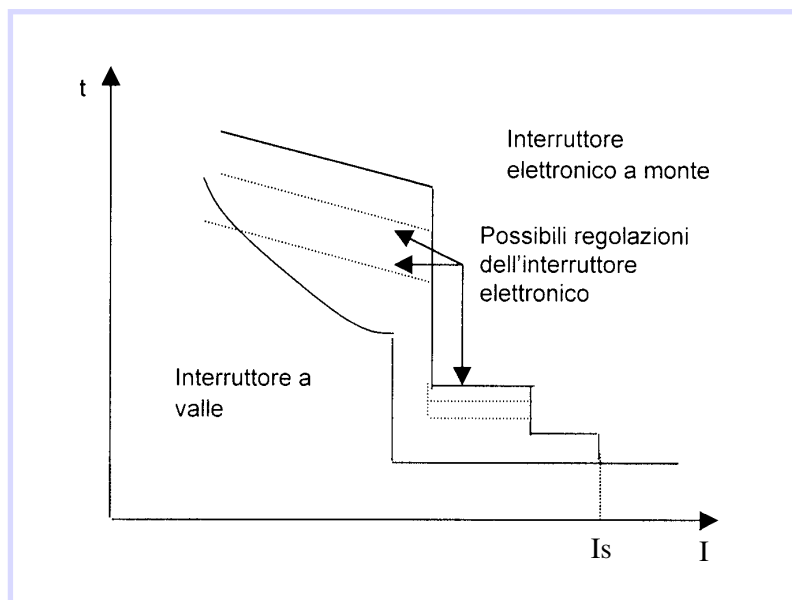



Fig. 10.4/3 Selettività cronometrica sulla caratteristica tempo – corrente
Is: corrente limite di selettività

Selettività cronometrica

Nella figura, con linea tratteggiata, si sono indicate le possibili curve ottenibili con i vari ritardi impostabili dell'interruttore elettronico.
Nell'attuare detto tipo di selettività, si raccomanda di verificare che la conduttura, che collega i due interruttori, sia in grado di sopportare le maggiori sollecitazioni derivanti dal ritardo intenzionale del dispositivo di protezione a monte.
Generalmente, la selettività è attuabile sino alla soglia di intervento a tempo istantaneo dell'interruttore elettronico, salvo diverse indicazioni dei costruttori dello stesso.
Generalmente, i costruttori forniscono tabelle che consentono un facile coordinamento selettivo tra i dispositivi di protezione.

10.4.2. Coordinamento selettivo delle protezioni contro il sovraccarico

Coordinamento selettivo delle protezioni contro il sovraccarico

La selettività nella zona di sovraccarico tra due protezioni con caratteristiche simili (ad esempio due relè termici o due interruttori magnetotermici), si ha quando la caratteristica di non funzionamento del dispositivo a monte è sempre superiore alla caratteristica di sicuro funzionamento del dispositivo a valle (fig. 10.4/4).

Fig. 10.4/4 Selettività in sovraccarico

Quando il dispositivo a monte è un interruttore con relé elettronico, si consiglia di attuare un ritardo di almeno un gradino superiore rispetto a quello per cui la caratteristica dell'apparecchio a monte lambisce quella del dispositivo a valle.

10.4.3. Applicazioni del coordinamento selettivo delle protezioni

A seconda delle esigenze e delle particolarità dell'impianto in studio, può essere opportuno identificare un coordinamento selettivo parziale o meglio totale.

Si ricerca la selettività partendo dal punto di consegna dell'energia in bassa tensione

Come visto in precedenza, la selettività dovrebbe essere ricercata a partire dal punto di consegna dell'energia in bassa tensione. Questo perché un guasto evita di porre fuori servizio l'intero impianto (o gran parte di esso). La selettività è più facilmente ottenibile con interruttori a ritardo regolabile.
Si consiglia di utilizzare le tabelle di selettività tra interruttori fornite dai costruttori stessi; si ricorda inoltre che la selettività è tanto maggiore quanto più l'interruttore a valle è di tipo limitatore.

Protezione in serie: va limitata ai circuiti terminali

Qualora sia conveniente ricorrere ad una protezione in serie ("back-up"), si consiglia di limitarla ai circuiti terminali dell'impianto, dato che per guasto a valle di un interruttore interviene anche l'interruttore subito a monte, ponendo fuori tensione tutto ciò che alimenta. Nell'utilizzo degli interruttori, i limiti della protezione in serie ("back-up") devono essere definiti dai costruttori degli apparecchi, data la delicatezza della situazione (in-

terruttore a valle con potere d'interruzione non sufficiente); questo è prescritto nella Norma impianti CEI 64-8.
Contrariamente alla selettività, la protezione in serie è tanto più efficace quanto più l'interruttore a monte è limitatore.

CAPITOLO 11

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

11. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

La protezione contro le sovratensioni può assumere aspetti tipici per i singoli impianti. In questo volume, di carattere introduttivo, abbiamo trattato l'argomento nel modo più generico possibile, riservandoci di approfondirlo nei successivi volumi.

La normativa

La Norma impianti, CEI 64-8[1], rimanda, nell'attesa di Norme specifiche, alle applicazioni previste dal Comitato Tecnico 81, e sottolinea che l'argomento è attualmente allo studio in sede europea (CENELEC).

11.1. IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Le sovratensioni possono essere definite come incrementi anomali di tensione tra parti isolate. Esse si dividono in:

Tipi di sovratensioni

- sovratensioni di origine interna: derivano dalla manovra o dall'intervento degli apparecchi di comando o protezione dell'impianto. Si può fare una ulteriore suddivisione tra le sovratensioni che nascono all'interno del circuito considerato e quelle, generate sempre da manovre, che interessano il circuito perché "condotte" dalla rete del distributore;
- sovratensioni di origine atmosferica: sono la conseguenza di una fulminazione sull'impianto (fulminazione diretta) o su costruzioni o terreni adiacenti l'impianto (fulminazione indiretta).

Gli effetti dannosi delle sovratensioni sono legati al fatto che, anche quando non danno luogo a scariche, esse sollecitano comunque gli isolanti, causandone un precoce invecchiamento. Inoltre, possono danneggiare apparecchiature delicate, quali componenti elettronici.
La protezione contro i fulmini di una struttura deve essere sempre verificata, sia perché esplicitamente richiesta da leggi,

1. Si fa presente che è in fase di avanzata ma sostanziale revisione da parte del CEI (Comitato Tecnico CT 64) la norma 64-8 riguardante la protezione contro sovratensione.

sia per valutare il rischio di perdite di vite umane, di servizi pubblici essenziali, di un patrimonio culturale insostituibile e perdite economiche.

Legge 46/90

a - Il codice civile e la Legge 46/90

L'obbligo della protezione contro i fulmini nei confronti del rischio relativo alla perdita di vite umane si basa sul principio giuridico denominato *neminem laedere*.
L'obbligo della protezione contro i fulmini non significa necessità della realizzazione dell'impianto di protezione (LPS = Lightning Protection System = Sistema di Protezione contro i Fulmini), ma significa che la struttura oggetto della valutazione deve essere protetta contro i fulmini secondo il principio generale della regola d'arte.

CEI 81-1 / 81-4

Si può pertanto affermare che la protezione contro i fulmini realizzata in conformità alla Norma CEI 81-1 e 81-4 è a regola d'arte, con riferimento alle Leggi 186/68 e 46/90.
Le Norme CEI 81-1 e 81-4 forniscono gli elementi per valutare, con idonei calcoli, la necessità o meno di realizzare l'impianto di protezione.
Quando da questa valutazione risulta necessaria l'esecuzione dell'impianto di protezione, ai sensi della Legge 46/90 è obbligatoria la documentazione di progetto se:

- il volume da proteggere è maggiore di 200 m^3;
- l'altezza del volume è maggiore di 5 m;
- l'altezza del volume è minore o uguale a 5 m, ma vi sono contenuti locali adibiti ad uso medico e/o ambienti a maggior rischio in caso di incendio e/o locali con pericolo di esplosione.

Valutare sempre necessità impianto protezione fulmini

La valutazione della necessità di realizzare l'impianto di protezione contro i fulmini deve essere fatta sempre, il metodo di valutazione e l'eventuale sistema di protezione si determinano applicando le Norme CEI in vigore (81-1; 81-1 V1; 81-4).
La valutazione del rischio può essere eseguita con due procedure previste dalle suddette Norme CEI:

- procedura completa Norma CEI 81-4, sempre consigliata
- procedura semplificata Norma CEI 81-1, Allegato G.

b - Applicabilità della procedura semplificata per la scelta delle misure di protezione

Procedura semplificata

La procedura semplificata tratta in maniera separata la protezione contro la fulminazione diretta della struttura da quella contro la fulminazione indiretta.

La procedura semplificata può essere adottata quando:

1. le strutture sono di tipo ordinario, ma si vuole effettuare una stima di massima circa la necessità di installare un impianto

definendo anche il suo livello di protezione o di installare dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD = Surge Protective Device = Dispositivi di Protezione contro le Sovratensioni) all'arrivo nella struttura delle linee elettriche esterne, quando non è richiesto l'impianto di protezione;

2. le strutture sono di tipo ordinario, ma con parametri tipici definiti dall'art. G.2.2 della Norma CEI 81-1 di seguito riportata.

Gli edifici residenziali sono generalmente compresi tra quelli dell'Appendice G della Norma CEI 81-1 al punto G.2.2, qui riportata.

STRUTTURE DI TIPO B O EQUIVALENTI

Strutture di tipo B

Comprendono le seguenti strutture:

- *edifici adibiti ad uso civile*
- *alberghi piccoli (≤ 100 posti letto)*
- *prigioni*
- *immobili per piccole attività produttive (≤ 25 addetti)*
- *immobili ad uso ufficio.*

Parametri tipici di queste strutture sono:

- *caratteristica della struttura*
  - *strutture in muratura e/o cemento armato*
  - *impianti interni in cavo non schermato*
  - *nessuna protezione sulle linee elettriche entranti*
  - *corpi metallici esterni collegati a terra*
  - *presenza di: estintori*
    idranti
    via di fuga protette

- *tipo di danno: morte di persone*

La verifica della necessità di installare le protezione contro i fulmini deve essere estesa anche alle strutture metalliche applicate sul tetto degli edifici.

c - Le antenne televisive

Antenne

Il sostegno dell'antenna è la parte di un edificio più esposta alla fulminazione, essendo in genere la parte più alta del tetto.
Anche se non espressamente specificato nella norma, la probabilità che un fulmine colpisca un'antenna è trascurabile anche in assenza di impianto di protezione.
Per valutare la necessità o meno di protezione si deve applicare la Norma CEI 81-1, verificando se la struttura è o non è autoprotetta.

Nel caso risulti autoprotetta (compresa l'antenna) non si deve eseguire nessun collegamento a terra del palo dell'antenna.
Nel caso il montaggio dell'antenna crei problemi di protezione, è necessario collegare la stessa a terra, con apposita calata, in conformità alle prescrizioni normative.
Nel caso la struttura risulti da proteggere, l'antenna deve essere collegata all'impianto di protezione esterno dell'edificio.
La protezione contro i danni provocati dalle sovratensioni prodotte dai fulmini o da manovre di apparecchiature elettriche, su linee esterne o interne agli edifici, può essere realizzata con l'installazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD).

11.2. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Sovratensioni di manovra

L'attuale panorama normativo non fornisce chiare indicazioni sulla protezione dalle sovratensioni: la Norma per gli impianti elettrici di bassa tensione (Norma CEI 64-8) afferma che l'argomento è allo studio e rinvia, temporaneamente, alle prescrizioni della Norma per la protezione contro i fulmini (Norma CEI 81-1 "Protezione delle strutture contro i fulmini"); le prescrizioni di quest'ultima, però, sono riferite ad un particolare caso di sovratensione, quella legata al fulmine e quindi di difficile applicazione al caso qui trattato, ovvero la protezione degli impianti.

Limitatore di sovratensione (SPD)

Il dispositivo preposto alla protezione è il limitatore di sovratensione (nel seguito indicato con SPD: "Surge Protective Device", ovvero "Dispositivo di Protezione contro le Sovratensioni").
Il principio di funzionamento degli SPD è quello di creare una via di fuga preferenziale delle correnti associate alle sovratensioni verso l'impianto di terra, al fine di impedire il propagarsi della sovratensione stessa a valle dell'apparecchio di protezione. Per fare ciò gli SPD creano un corto circuito tra la fase interessata da sovratensione e l'impianto di terra, generando una vera e propria situazione di guasto: i dispositivi tipici delle applicazioni in bassa tensione sono, generalmente, in grado di estinguere da soli la corrente di corto-circuito conseguente, ripristinando la situazione iniziale, almeno sino a che l'intensità di corrente non è particolarmente elevata. In ogni caso i costruttori raccomandano sempre di installare un ulteriore dispositivo di protezione dai corto circuiti per l'apparecchio (fusibili o interruttore automatico). Si rimanda, pertanto, a dette indicazioni per la corretta installazione dei dispositivi, con particolare riferimento:

- al dispositivo di protezione;
- alla massima corrente di corto circuito nel punto d'installazione.

Il dispositivo di protezione è, inoltre, necessario in quanto, a seguito di numerosi interventi, l'SPD potrebbe non essere più in grado di autoestinguere la corrente e, pertanto, diventa necessaria una protezione aggiuntiva.

SPD disponibili

Per le applicazioni in bassa tensione i tipi di SPD disponibili in commercio sono:

- spinterometri autoestinguenti: sono in grado di estinguere il corto circuito che si instaura al momento della scarica; possono scaricare correnti impulsive di lunga durata (impulsi 10/350 μs), con valore di picco di alcune centinaia di kiloampere;
- varistori: sono SPD che estinguono il guasto da loro instaurato sfruttando la loro caratteristica di resistenza non lineare; possono scaricare correnti impulsive di breve durata (impulsi 5/20 μs), con valore di picco che, a seconda dei tipi, può arrivare a qualche decina di kiloampere;
- scaricatori elettronici: sono sostanzialmente diodi zener; hanno caratteristiche di intervento simili a quelle dei varistori, ma prestazioni inferiori.

Installazione degli SPD e realizzazione del sistema LPS

La necessità di installazione degli SPD va determinata in maniera analoga alla necessità della realizzazione dell'impianto di protezione contro i fulmini (nel seguito indicato con LPS "Lighting Protection Sistem", ovvero "Sistema di Protezione contro i Fulmini"), secondo le indicazioni della già citata Norma CEI 81-1 (si veda in proposito il cap. 11.1).
Data la complessità dell'argomento, si esporranno nel seguito solo considerazioni generali, rimandando per i casi particolari alla letteratura specifica sull'argomento.
Gli SPD devono essere installati a protezione di impianti elettrici di energia, segnale e telecomunicazione entranti nell'edificio. Essi possono essere necessari anche se l'analisi del rischio (cap. 11.1 o Norma CEI 81-1) non evidenzia la necessità di LPS esterno.

Installare SPD più vicino al punto di ingresso linee esterne in posizione accessibile

Essi devono essere installati il più possibile vicino al punto di ingresso delle linee esterne, in posizione accessibile e ispezionabile.
Generalmente essi si installano tra le fasi attive e la terra e fra il conduttore di neutro e la terra. I costruttori stessi, però, forniscono soluzioni che meglio si adattano alla tipologia dell'impianto da proteggere, alle quali si rimanda.
Le sezioni minime di collegamento per gli SPD sono indicate dalla Norma CEI 81-1, e riportate nella Tab. 11.2/1.

Modalità del collegamento a terra degli SPD

Tab.11.2/1 Sezioni minime di collegamento per gli SPD

Materiale	Sezione mm^2
Cu (rame)	16
Al (alluminio)	25
Fe (ferro)	50

Secondo il commento all'art. 24.5 della già citata Norma CEI 64-8 (nella sua ultima edizione del 1998)[2], il conduttore che collega un SPD all'impianto di terra non è considerato conduttore di protezione: esso, pertanto, non deve essere di colore giallo-verde (fig. 11.2/1).

Fig. 11.2/1 Collegamento a terra di SPD

2. Si fa presente che è in fase di avanzata ma sostanziale revisione da parte del CEI (Comitato Tecnico CT 64) la norma 64-8 riguardante la protezione contro sovratensione.

Per la determinazione della capacità di scarica I_{sn} degli SPD è necessario analizzare separatamente due situazioni:

- cavi privi di schermo metallico
- cavi con schermo metallico.

Nel primo caso la capacità di scarica I_{sn} si determina nel seguente modo:

Capacità di scarica per la prima situazione

$$I_{sn} = \frac{I_f}{n'}$$

dove:

I_{sn} - capacità di scarica degli SPD in kA

I_F - corrente di fulmine che compete alla linea, valutata secondo l'App. C della Norma CEI 81-1 in kA

n' - numero di conduttori attivi

La I_{sn} deve essere valutata per un'onda simile a quella della corrente di fulmine (ovvero 10/350 μs).
Nel secondo caso si ritengono sufficienti SPD con:

Capacità di scarica nella seconda situazione

$$I_{sn} \geq 10 \text{ kA}$$

dove:
I_{sn} - capacità di scarica degli SPD per un onda 8/20 μs

In questo caso gli SPD non sono richiesti se:

$$A_s \leq A_{s-min}$$

dove:
A_s - sezione degli schermi metallici
A_{s-min} - valore di A_s minimo calcolato secondo l'App. D della Norma CEI 81-1.

Infine, nel caso l'analisi del rischio non indichi la necessità di LPS esterno, valgono le medesime prescrizioni date per linee con schermo metallico, ovvero SPD con:

$$I_{sn} \geq 10 \text{ kA}$$

dove:
I_{sn} - capacità di scarica degli SPD per un onda 8/20 μs

SPV vanno all'ingresso della linea

Gli SPD scelti e installati secondo quanto detto si intendono posti all'ingresso della linea elettrica di alimentazione nella struttura protetta. Gli SPD così scelti, però, possono attuare una scarsa protezione di alcune parti dell'impianto e degli apparecchi. Quindi per i singoli apparecchi e per impianti elettrici di energia, segnale e telecomunicazione interni alla struttura protetta (lontani dall'ingresso linea) è necessario ricorrere a SPD dedicati.
Se dall'analisi del rischio risulta necessaria la loro installazione, essi devono essere collegati con le sezioni minime indicate in Tab. 11.2/1 e devono avere capacità di scarica I_{sn} pari a:

$$I_{sn} \geq 10 \text{ kA}$$

dove:
I_{sn} - capacità di scarica degli SPD per un onda 8/20 μs

CAPITOLO 12
VERIFICHE E COLLAUDI

12. VERIFICHE E COLLAUDI

12.1. VERIFICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI UTILIZZATORI

12.1.1. GENERALITÀ

Nell'ambito dei controlli degli impianti elettrici, la verifica va distinta dal collaudo e dall'omologazione.

Collaudo

Il collaudo è l'insieme delle procedure tecniche ed amministrative necessarie ad accertare la rispondenza dell'impianto al progetto ed al capitolato.
Generalmente il collaudo è condizione contrattuale per promuovere "cum laude" (con lode) il lavoro svolto al fine della liquidazione dell'opera.

Omologazione

L'"omologazione" è la procedura tecnico-amministrativa con la quale viene provata o certificata, da parte di Ente autorizzato e riconosciuto, la rispondenza a specifici requisiti tecnici prefissati.

Verifica

La "verifica" è invece la parte tecnica di accertamento di rispondenza dell'impianto elettrico alle norme applicabili.
La verifica dell'impianto elettrico non deve essere considerata un'operazione meno importante del progetto o della realizzazione, ma deve configurarsi come completamento del prodotto "impianto" e del servizio offerto.
In altri termini, le verifiche non devono essere considerate obbligatorie solo perché la Legge e le Norme tecniche le richiedono, ma devono servire quale strumento per elevare la qualità e la sicurezza del lavoro svolto.

Verifica: valutare lavoro per aumentare qualità e sicurezza

Verificare significa valutare il lavoro svolto per aumentarne la qualità e la sicurezza.
Le verifiche sono dunque un indispensabile mezzo di prevenzione e, quando effettuate periodicamente, diventano un utile strumento per la manutenzione dell'impianto elettrico.

12.1.2. Norme e leggi che prevedono le verifiche

Norma CEI 64-8
Legge 46/90

Le verifiche iniziali negli impianti elettrici vanno eseguite secondo la Norma CEI 64-8 Parte 6 Capitolo 61.
La Legge 46/90 rimanda poi al contenuto della Norma CEI 64-8 per le prescrizioni tecniche di esecuzione delle verifiche degli impianti elettrici alimentati in bassa tensione (fino a 1000 V c.a. e 1500 V c.c.) anche ai fini della corretta compilazione della dichiarazione di conformità.

12.1.3. Guida CEI 64-14

Guida CEI 64-14

La Guida CEI 64-14 e la sua variante hanno lo scopo di fornire i criteri di verifica degli impianti elettrici nel rispetto della Legge 46/90 e della Norma CEI 64-8.
La fase teorica è seguita da semplici esempi pratici, sviluppati ipotizzando l'uso della strumentazione normalmente impiegata per le verifiche.
I destinatari della Guida sono progettisti, verificatori, installatori, tecnici addetti agli impianti elettrici.
La Guida 64-14 fornisce criteri uniformi di comportamento, da seguire nel corso delle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.

Utilità della guida

Essa serve come riferimento per assicurare che i requisiti di sicurezza relativi alla progettazione, installazione e manutenzione degli impianti siano rispettati e mantenuti in esercizio.
La Guida può essere utilizzata da tutti coloro che, a qualsiasi titolo, effettuano la verifica degli impianti ai fini della sicurezza.

12.2. Procedure per le verifiche

12.2.1. Tipi di verifiche

La verifica è costituita da due parti: l'esame a vista e le prove.

L'esame a vista

L'esame a vista precede le prove e serve per accertare le condizioni dell'impianto e la sua corretta realizzazione con l'ausilio indispensabile della documentazione di progetto, di esercizio e d'installazione.
Con l'esame a vista si accerta, inoltre, che i componenti siano conformi alle prescrizioni di sicurezza delle norme relative ed installati secondo le istruzioni dei costruttori e che non siano stati danneggiati durante la messa in opera.

Le prove

Le prove sono quelle operazioni che si eseguono, con l'ausilio di strumenti di misura, allo scopo di accertare i valori o i limiti che confermano la rispondenza dell'impianto in esame, sotto il profilo dell'efficienza e della sicurezza, alle prescrizioni delle norme applicate.

12.2.2. Verifiche iniziali

Verifiche:
- iniziali

Le verifiche iniziali servono ad accertare la rispondenza dell'impianto alle norme CEI e ai dati di progetto prima della sua messa in servizio.

12.2.3. Verifiche periodiche

- periodiche

Le verifiche periodiche accertano la permanenza dei requisiti tecnici riscontrati nella verifica iniziale.

12.2.4. Verifiche straordinarie

- straordinarie

Le verifiche straordinarie sono necessarie per accertare la rispondenza alle norme CEI ed ai dati di progetto in caso di sostanziali modifiche o ampliamento dell'impianto esistente.

12.2.5. Chi deve eseguire le verifiche

Chi effettua le verifiche

Principale responsabile dell'effettuazione delle verifiche è sicuramente l'impresa installatrice.

DM febbraio '92
DPR 447/91

Con D.M. Febbraio 1992 è stato approvato il modello di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola d'arte di cui all'art. 7 del Regolamento di attuazione (D.P.R. 447/91) della Legge 46/90.
Rilasciando la dichiarazione di conformità l'installatore dichiara, fra l'altro, sotto la propria responsabilità, di avere "controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle Norme e dalle disposizioni di Legge".
È bene ricordare che tale dichiarazione deve essere rilasciata solo dall'impresa installatrice e firmata dalla sua persona abilitata.
"Le verifiche richieste dalle Norme e dalle disposizioni di Legge" possono essere delegate dall'impresa installatrice ad altri (ad esempio a professionisti attrezzati e specializzati), ma la responsabilità dell'esito positivo delle verifiche all'atto del rilascio della dichiarazione di conformità non è delegabile e resta totalmente a carico all'impresa installatrice stessa.

12.3. Verifiche da parte delle strutture pubbliche

Verifica da parte strutture pubbliche

Gli impianti elettrici soggetti alle verifiche da parte delle strutture pubbliche sono quelli realizzati in ambienti dove sono presenti lavoratori subordinati, ovvero dove c'è l'obbligo da parte del datore di lavoro di denuncia dell'impianto di terra (modello B) o dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (modello A).
Gli Enti competenti per queste verifiche sono l'ISPESL per la prima verifica (omologazione), le ASL per le verifiche periodiche.

Per i comuni con più di 10.000 abitanti è inoltre previsto che la stessa amministrazione comunale provveda alla verifica di almeno il 10% del numero di certificati di abitabilità o agibilità rilasciati annualmente.

DPR 447/91

Allo scopo, i comuni possono utilizzare i liberi professionisti iscritti negli appositi elenchi di cui all'art. 9 comma 1 del DPR 447/91.

12.3.1. Attività soggette alle denunce

DPR 547/55

Sono soggette a denuncia alla struttura pubblica tutte le attività che rientrano nel campo di applicazione del DPR 547/55 dove sono addetti lavoratori subordinati o ad essi equiparati ai sensi dell'art. 3 dello stesso DPR:
"Per lavoratore subordinato si intende colui che fuori dal proprio domicilio presta il proprio lavoro alle dipendenze e sotto la direzione altrui, con o senza retribuzione, anche al solo scopo di apprendere un mestiere, un'arte o una professione.
Sono equiparati ai lavoratori subordinati:

- *i soci di società;*
- *gli allievi degli istituti di istruzione.*

12.3.2. Attività escluse dall'obbligo di denuncia (Art. 2 DPR 547/55)

Sono escluse dall'obbligo di denuncia le seguenti attività:

- esercizio delle miniere, cave e torbiere;
- servizi e impianti gestiti dal Ministero delle Poste e Telecomunicazioni;
- servizi e impianti gestiti dalle Ferrovie dello Stato;
- esercizio trasporti terrestri pubblici;
- esercizio della navigazione marittima, aerea e interna.

12.3.3. Denuncia dell'impianto di terra

DM 12.09.59

Secondo l'Art. 3 del DM 12.09.59, i datori di lavoro devono denunciare (tramite apposito modello ministeriale Mod. B) all'ISPESL (DM 519/93) gli impianti di terra entro trenta giorni dalla data della loro messa in servizio.

Documentazione da allegare

Documentazione da allegare alla denuncia degli impianti di terra

Alla denuncia degli impianti di terra si deve presentare all'ISPEL la seguente documentazione:

- mod. B in triplice copia;
- domanda di omologazione, indicando nella stessa che tutta la documentazione relativa all'impianto è reperibile presso… (ad es. il responsabile della sicurezza… nome, cognome e numero telefonico ed eventuale recapito se la documentazione non è presso il luogo dove è realizzato l'impianto).

La documentazione è quella prevista dalla dichiarazione di conformità (legge 46/90); e inoltre è richiesta la relazione della misura della resistenza di terra e per gli impianti con sistema TN, le eventuali relazioni sulla misura delle tensioni di passo e contatto e delle misure dell'impedenza dell'anello di guasto.
Nella domanda di omologazione, che è da presentare contestualmente al modello B, si deve indicare dove è reperibile la documentazione e, se è nella stessa sede oggetto della denuncia, è opportuno indicare a chi richiederla (ad esempio al responsabile della sicurezza).

12.4. Possibile criterio di conduzione delle verifiche di un impianto elettrico

Conduzione della verifica

Si riporta di seguito un criterio schematico di organizzazione e conduzione delle verifiche di un impianto elettrico che, se rispettato, porta al massimo risultato con il minimo sforzo.

- contatto con il committente;
- raccolta della documentazione;
- analisi preliminare della documentazione (risparmio nei tempi di verifica);
- sopraluogo sull'impianto e riscontri con la documentazione disponibile;
- valutazione della documentazione;
- identificazione delle linee a campionatura (risparmio nei tempi di verifica);
- esame a vista;
- esame approfondito, quando necessario (risparmio nei tempi di verifica);
- esecuzione delle prove secondo un determinato ordine, per quanto possibile;
- relazione finale.

12.5. Documentazione necessaria per le verifiche

Documentazione per le verifiche:

Per le persone che effettuano le verifiche deve essere disponibile la documentazione necessaria al suo svolgimento, come di seguito specificato.

12.5.1. Planimetrie

- planimetriche

È necessario disporre di una planimetria completa degli ambienti con la destinazione d'uso e l'ubicazione dei quadri elettrici e delle linee principali e secondarie (circuiti di distribuzione e circuiti terminali) e di una planimetria dell'impianto di terra realizzato, con l'indicazione delle caratteristiche: materiali, forma e dimensioni.

12.5.2. Schemi elettrici

- schemi

Devono essere disponibili gli schemi elettrici delle officine elettriche e dei quadri elettrici, con eventuali tabelle riportanti le indicazioni delle caratteristiche delle linee (sezioni, tipo di posa, lunghezza, ecc.) e delle protezioni elettriche (corrente nominale o di regolazione, soglia e tempo di intervento per i relè differenziali, ecc.).
Schemi elettrici di apparecchiature particolari di segnalazione e di emergenza (circuiti di sicurezza, batterie di accumulatori, ecc.).

12.5.3. Dati

- dati

Ai fini della verifica è sufficiente disporre dei seguenti dati:

- sistema di distribuzione utilizzato (TN-S o TN-C, TT);
- potenza impegnata e valore di Icc nel punto di fornitura;
- corrente di guasto verso terra e tempo di eliminazione dello stesso (solo TN);
- resistenza dell'impianto di terra;
- correnti di corto circuito e caratteristiche dei dispositivi di protezione delle condutture contro le sovracorrenti;
- dati per la protezione contro i contatti indiretti;
- condizioni ambientali, destinazione d'uso dei locali;
- classificazione delle zone e tipo di impianto di sicurezza adottato per ambienti particolari (es. centrali termiche).

12.5.4. Caratteristiche specifiche

- caratteristiche

Devono essere indicate:

- le caratteristiche dei componenti elettrici installati, in funzione delle influenze esterne e del tipo di ambiente;
- la dichiarazione di conformità alle Norme UNI-CIG per impianti alimentati a gas (Legge 1083/71).

12.6. ESAMI A VISTA

Per esame a vista si intende l'esame dell'impianto elettrico, *senza l'effettuazione di prove*, al fine di accertare che sia stato realizzato secondo le Norme CEI.

Esame a vista

Gli esami a vista possono essere di due tipi:

Ordinario

- *ordinario*: senza l'uso di utensili o di mezzi di accesso, per individuare difetti dei componenti allo sguardo (mancanza di ancoraggi e dati di targa, involucri rotti, ecc.) e la scelta corretta dei componenti in relazione al luogo d'installazione;

Approfondito

- *approfondito*: con l'uso di attrezzi che consentono l'apertura di scatole di derivazione, quadri, ecc. (connessioni non effettuate, morsetti lenti, grado di protezione IP corretto ecc.).

L'esame a vista deve accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni delle Norme CEI applicabili, ed eventuali prescrizioni del costruttore;
- non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista inoltre deve riguardare, per quanto applicabile:

- l'esame della documentazione;
- la protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- la protezione dagli effetti termici e dall'incendio;
- la protezione delle condutture dalle sovracorrenti;
- i dispositivi di sezionamento, di comando e arresto di emergenza e di comando funzionale;
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- l'identificazione dei circuiti e dei dispositivi di protezione e manovra;
- la posa delle condutture e relativi collegamenti.

12.6.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

A vista per contatti indiretti

Nell'esame a vista per accertare la protezione contro i contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione si deve accertare che:

- i conduttori di terra, i nodi collettori, i conduttori di protezione ed equipotenziali, siano rispondenti a quanto previsto sugli schemi elettrici;
- tutte le masse e, ove richiesto, le masse estranee accessibili siano collegate ad un unico impianto di terra;

- i conduttori di terra siano contraddistinti dal colore giallo-verde ed i morsetti destinati al loro collegamento siano identificabili (es. contrassegnati con il segno grafico di terra di protezione);
- gli elementi che costituiscono l'impianto di terra siano integri e le dimensioni dei conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali non siano inferiori ai minimi previsti dalla Norma CEI 64-8;
- i dispositivi di protezione installati siano correttamente coordinati con le caratteristiche dell'impianto di terra o del circuito di guasto.

12.6.2. Protezione contro i contatti diretti

A vista per contatti diretti

Per accertare la protezione contro i contatti diretti si deve verificare:

- l'isolamento delle parti attive, controllando che l'isolamento sia adeguato per la tensione nominale del sistema;
- l'isolamento mediante involucri o barriere accertando anche, se necessario, il grado di protezione dei componenti.

12.6.3. Protezione contro gli effetti termici e l'incendio

Verificare che le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non superino la temperatura prevista dalle Norme impianti e di prodotto.
Verificare, inoltre, che siano state prese tutte le precauzioni nell'installazione per ridurre i rischi di innesco e propagazione d'incendio.
L'idoneità al comportamento al fuoco dei componenti elettrici è garantita dalla conformità degli stessi alle relative Norme.

12.6.4. Dispositivo di sezionamento e di interruzione

Sezionamento

Verificare che, siano previsti sezionamenti su tutti i circuiti; un solo dispositivo può sezionare più circuiti purché sia dimensionato correttamente.
Verificare che per l'alimentazione di apparecchiature la cui manutenzione non elettrica può comportare rischi per le persone, siano stati installati dispositivi per l'interruzione per manutenzione.

12.6.5. Arresto di emergenza

Arresto emergenza

Verificare che i circuiti che alimentano apparecchiature i cui movimenti possono essere causa di pericolo, quali ad esempio scale mobili, nastri trasportatori, impianti di lavaggio, parti azionate elettricamente, siano dotate di dispositivo di arresto di emergenza.

12.6.6. Comando di emergenza

Comando emergenza

Verificare che componenti o parti di impianto, quali quelli di sistemi di pompaggio di liquido infiammabile, sistemi di ventilazione, centrali termiche, laboratori didattici ecc., in cui possa essere necessario agire sull'alimentazione per eliminare pericoli imprevisti, siano dotati di un dispositivo per il comando di emergenza.

12.6.7. Comando funzionale

Comando funzionale

Verificare che i dispositivi per i comandi funzionali:

- portino le indicazioni dei circuiti a cui si riferiscono, quando tale indicazione è importante ai fini della sicurezza;
- siano installati in posizione accessibile ed essere idonei per le esigenze dell'impianto;
- interrompano, quando servono a commutare sorgenti di alimentazione diverse, tutti i conduttori attivi compreso il neutro.

12.6.8. Posa delle condutture e collegamenti

Conduttori: posa e collegamenti

I sistemi di posa delle condutture ed i collegamenti devono essere rispondenti ai dati di progetto e devono rispettare i principi di sicurezza.
In particolare bisogna controllare che:

- la posa delle condutture, in relazione al tipo di cavo e alle condizioni ambientali, sia conforme alle regole riportate sulla Norma CEI 64-8 e alle relative norme di prodotto; nella stessa conduttura ci possono essere conduttori di sistema con tensioni diverse purché abbiano l'isolamento idoneo per la tensione più elevata o purché siano separati con uno schermo;
- i raggi di curvatura ed i supporti di sostegno siano conformi alle specifiche dei costruttori;
- le canalizzazioni sotto pavimento siano preferibilmente del tipo pesante (la recente norma CEI EN 50086-1 ha introdotto il concetto di sistema di tubi protettivi e relativi accessori).

12.6.9. Identificazione dei circuiti e dei dispositivi di protezione

È necessario accertare che i componenti ed i dispositivi di manovra e di protezione siano chiaramente identificati.
I circuiti devono essere riportati sullo schema elettrico e sulla eventuale planimetria con segni grafici conformi alle Norme CEI.

Contrassegni dispositivi uguali a quelli presenti nel progetto

I contrassegni di identificazione dei dispositivi di protezione, sezionamento, comando e segnalazione e dei conduttori nudi o isolati, devono essere rispondenti a quelli presenti sulla documentazione di progetto.
La colorazione dei cavi deve essere rispondente alla Tabella CEI-UNEL 00722 e alla Norma CEI 16-4 (individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colore).

12.6.10. Caratteristiche dei componenti e loro corretta installazione

Corretta installazione dei componenti

Si deve accertare che:

- i componenti installati:
  - abbiano caratteristiche (tensione, corrente di impiego, ecc.) rispondenti a quanto indicato sugli schemi;
  - siano protetti contro le influenze esterne (gradi IP, meccanici, ecc.);
  - siano accessibili (per manovra, ispezione, manutenzione, ecc.);
  - siano muniti di targhe, cartelli di segnalazione per dispositivi di protezione;
- le connessioni siano realizzate in involucri accessibili per l'ispezione;
- le cassette di derivazione, siano ispezionabili ed apribili solo con attrezzi.

Per una corretta installazione si deve verificare che:

- i componenti, se sono installati in particolari ambienti, riportino il grado di protezione IP previsto sugli schemi sulla targa o sulla documentazione;
- le prese a spina siano installate in modo da prevenire eventuali danneggiamenti e distanziate dal piano di calpestio.

I quadri devono essere conformi alle rispettive norme di riferimento e precisamente:

- CEI 17-6 per i quadri di MT da 1 a 52 kV;
- CEI EN 60439-1 per i quadri di BT fino a 1000 V c.a. o 1500 V c.c.;
- CEI EN 60439-3 per i quadri di distribuzione ANS o, in alternativa, la CEI 23-51 per i quadri di distribuzione fino a 440 V e 125 A in entrata.

12.7. PROVE E MISURE STRUMENTALI

12.7.1. PROVA DELLA CONTINUITÀ DEI PE ED EQ

Prova di continuità dei conduttori PE e EQ

A - SCOPO

Accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e del conduttore di terra (CT).

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Poli a terra delle prese a spina	Continuità metallica tra poli di terra delle prese ed il collettore o nodi di terra
b) Morsetti di terra dei componenti di classe 1	Continuità metallica tra i morsetti di terra ed il collettore di terra
c) Collegamenti equipotenziali supplementari massa-massa estranea, massa estranea - massa estranea (nei bagni, docce, ecc.)	Continuità metallica tra le masse estranee, il morsetto di terra e le tubazioni dei bagni, delle docce, nei luoghi conduttori ristretti, ecc.
d) Collegamenti equipotenziali principali e collegamenti dei dispersori al collettore principale di terra	Continuità metallica tra le masse estranee principali (tubi acqua, gas, riscaldamento, armatura calcestruzzo) ed il collettore di terra e fra il collettore di terra e i dispersori

B - MODALITÀ D'ACCERTAMENTO

Modalità di accertamento.
Continuità dei PE EQ

Queste prove vanno eseguite con corrente uguale o maggiore di 0,2 A e tensione a vuoto compresa tra 4 e 24 V c.c. o c.a.
Per accertare che gli organi di sezionamento non interrompano il conduttore di protezione, è bene eseguire la prova di continuità anche ad impianto sezionato.
La continuità può essere accertata anche per tronchi successivi (collettore principale di terra-morsetto di terra locale; morsetto di terra locale-morsetto di terra dei componenti di classe 1).
La prova può essere fatta con impianto in tensione, per la sola verifica di continuità dei conduttori di protezione (PE) e dei conduttori di terra (CT), anche utilizzando un misuratore della resistenza di anello di guasto (loop tester) che accerta di conseguenza la loro continuità.
La prova di continuità può essere fatta a campione, provando ad esempio una percentuale non inferiore al 20% di collegamenti ad esempio così suddivisi: al collettore di terra, alle masse, alle masse estranee e al polo di terra delle prese a spina.
Nel caso di uno o più riscontri negativi (mancanza di continuità fra due punti), si proverà un ulteriore 20% e così via.

Norme di riferimento per la prova

Apparecchi utilizzabili

Errori sistematici

C - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8/6 art. 612.2
CEI 64-14 art. 2.3.1

D - TIPI DI APPARECCHI

Si può utilizzare uno strumento multifunzione o strumento specifico con ohmmetro che eroghi una corrente di prova non inferiore a 0,2 A con una tensione a vuoto c.c. o c.a. compresa fra 4 e 24 V.

E - PRECISAZIONI

La prova di continuità non serve a misurare la resistenza ma solo a valutare l'esistenza o meno della continuità elettrica ovvero ad accertare l'integrità dei circuiti di protezione.
Lo strumento di misura utilizzato deve essere quindi in grado di segnalare quando la corrente erogata per questa prova è inferiore a 0,2 A, facendo corrispondere questa condizione, ad esempio, all'indicazione di fuori portata massima, ritenendo perciò validi indistintamente tutti i valori compresi all'interno della scala o mediante segnalazione acustica di conferma di positività della prova.

F - ERRORI POSSIBILI

Il metodo di misura milliamperometrico è influenzato, quando utilizza una fonte di energia autonoma, dallo stato di carica delle pile che deve essere verificato prima di procedere alle prove.

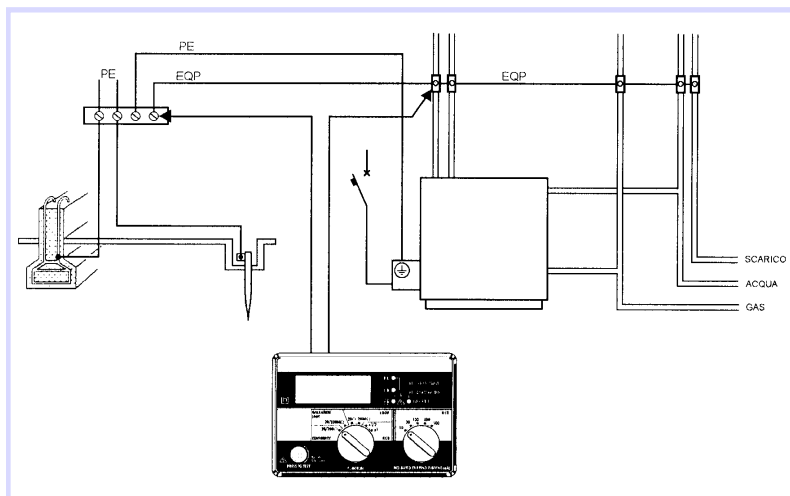



Fig12.7/1 Prova di continuità tra il collettore o nodo di terra ed il conduttore di terra di una presa a spina o la massa di un apparecchio utilizzatore.

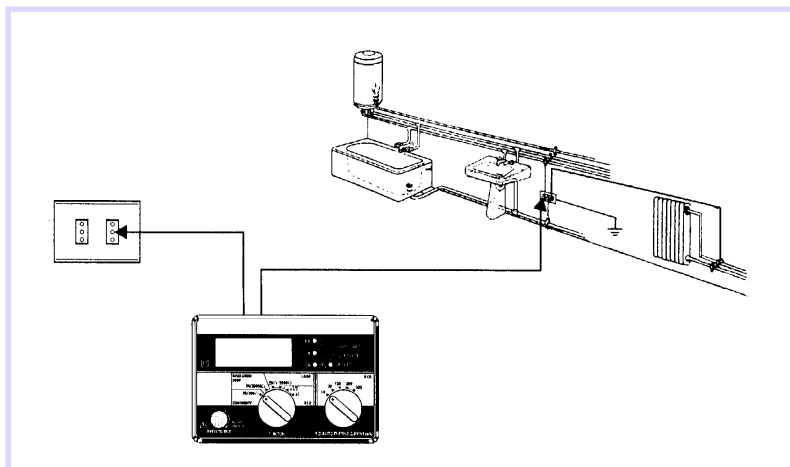



Fig 12.7/2 Prova di continuità tra il polo di terra di una presa a spina ed il morsetto di terra degli equipotenziali supplementari nei locali contenenti bagni o docce.

12.7.2. Prova di funzionamento degli interruttori differenziali

Prova del differenziale

A - Scopo

Accertare il corretto collegamento e funzionamento degli interruttori differenziali installati.

B - Precisazioni

Questa prova può essere fatta anche con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

C - Modalita' di accertamento e conseguenze

- Provocare la corrente di dispersione pari a 1 · Idn: il differenziale deve intervenire.

D - Norme di riferimento

Norme di riferimento per la prova

CEI 64-8 artt. 612.6.1 e 612.9
CEI 64-14 art. 2.3.2.2
CEI 64-4 art. 5.2.01
CEI 64-13 tab. II bis

E - Tempo di intervento dei dispositivi di protezione a corrente differenziale

Rivelazione del tempo di intervento

Tempo massimo di interruzione per i sistemi TT

Per ottenere la selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s per i circuiti TT.
Per gli altri circuiti il tempo di interruzione deve essere non superiore a 500 ms.

Nella relazione di verifica deve essere riportato il coordinamento fra la resistenza di terra ed il valore della corrente differenziale nominale, ovvero la tensione di contatto non deve superare i 50 V.

Tempo massimo di interruzione per i sistemi TN

Verifica del tempo massimo nei sistemi TN

Nei sistemi TN si dovrà verificare che nei circuiti di distribuzione il tempo di intervento delle protezioni non superi i 5 secondi, mentre per i circuiti terminali esso non deve superare gli 0,4 secondi (ambienti ordinari) e gli 0,2 secondi (ambienti speciali) per una tensione verso terra non superiore a 230 V.

F - Tipi di apparecchi

Si può utilizzare uno strumento multifunzione o strumento specifico con correnti di prova selezionabili (es.: 10, 20, 30, 100, 300, 500 mA) tramite apposito commutatore di portata.
Possono essere altresì selezionabili le funzioni x$^1/_2$, x1, x5, per altre diverse prove allo stesso interruttore.
Gli strumenti di questo tipo devono essere in grado di misurare il tempo d'intervento degli interruttori.
È bene che la corrente di prova sia indipendente dalla variazione della tensione di rete.

G - Inserzione e procedimento

Modalità di esecuzione della prova

Lo strumento per la verifica della funzionalità degli interruttori differenziali può essere collegato direttamente ai morsetti a valle dell'interruttore differenziale da controllare (fig. 12.7/3) oppure alla presa a spina più vicina ad esso.
Selezionando la corrente Idn equivalente a quella dell'interruttore in prova, si preme il pulsante di misura per ogni condizione di prova, verificando l'intervento alla corrente I_{dn} selezionata e il tempo nel quale è intervenuto.

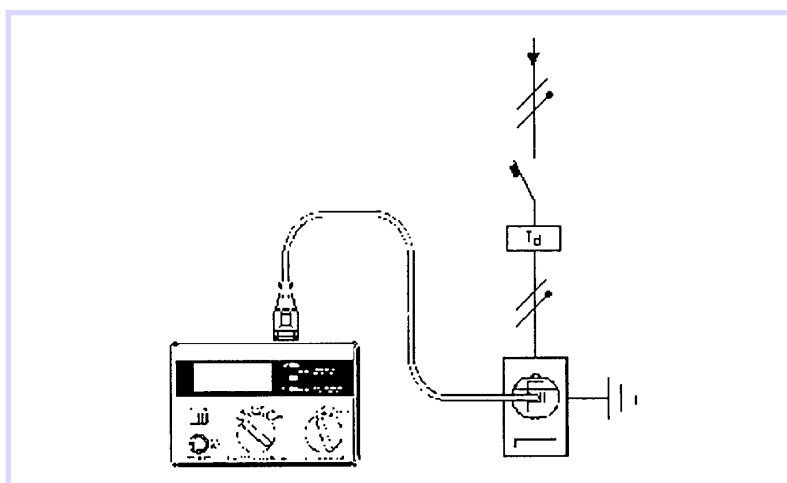



Fig. 12.7/3 Prova di un interruttore differenziale trifase

H - Errori

Nel caso si eseguano prove su impianti dove ci sono correnti di dispersione verso terra, per evitare che tali correnti si sommino alla corrente iniettata durante la prova e che la misura, quindi, sia affetta da errore sistematico, è necessario interrompere l'alimentazione del carico a valle del differenziale ed eseguire la prova, collegandosi direttamente ai morsetti a valle dell'interruttore in esame.

Per identificare e quantificare le correnti di dispersione verso terra, è necessario eseguire preventivamente la misura della corrente di dispersione, come trattato di seguito; se da questa misura si rileva una corrente di dispersione trascurabile rispetto all'I_{dn} dell'interruttore in esame (ad esempio corrente di dispersione inferiore a 0,1 I_{dn}), si può tralasciare il sezionamento del carico.

La corrente di prova impressa dallo strumento è funzione inversa della resistenza (o impedenza dell'anello di guasto).

Anche se gli strumenti di questo tipo sono generalmente in grado di mantenere costanti le correnti di prova per valori di resistenza dell'anello di guasto anche abbastanza elevati, è comunque meglio eseguire preventivamente la misura della resistenza di terra (sistema TT) o dell'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) e verificare che i valori così misurati siano coordinati con gli interruttori in prova.

Attenzione ad eventuali correnti di dispersione verso terra

12.7.3. Prove di polarità e di funzionamento

A - Scopo

Verificare che le apparecchiature, i motori, gli ausiliari di comando, i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie e che gli apparecchi di comando e di derivazione siano correttamente polarizzati.

Verifica della polarità

Oggetti d'analisi	Accertamenti
Corretta polarità di prese polarizzate, di interruttori unipolari e di motori.	Il polo neutro delle prese deve essere correttamente collegato al conduttore N. Gli interruttori unipolari devono essere collegati sul conduttore di fase, i motori devono rispettare il senso ciclico delle fasi per il corretto senso di rotazione.

B - Modalità d'accertamento

Le unità costituite da più componenti, i motori, i comandi e i blocchi, sottoposti alla tensione nominale, devono funzionare regolarmente.

I dispositivi di protezione devono essere provati con le unità alimentate, al fine di accertare che siano installati, scelti e

regolati in modo appropriato.

C - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8 artt. 612.7 e 612.9
CEI 64-14 artt. 6.3.2 e 7.3.1

D - TIPI DI APPARECCHI

Strumenti utilizzabili

Gli strumenti da usare sono:

- indicatore del senso ciclico delle fasi;
- multimetro o pinza amperometrica con buona classe di precisione.

Per misure di precisione su apparecchi con notevoli transitori di corrente e di tensione, all'atto dell'inserzione è necessario usare strumenti digitali con lettura del vero valore efficace (True RMS) e con funzione che consente di memorizzare il valore massimo di picco raggiunto dalla grandezza misurata.

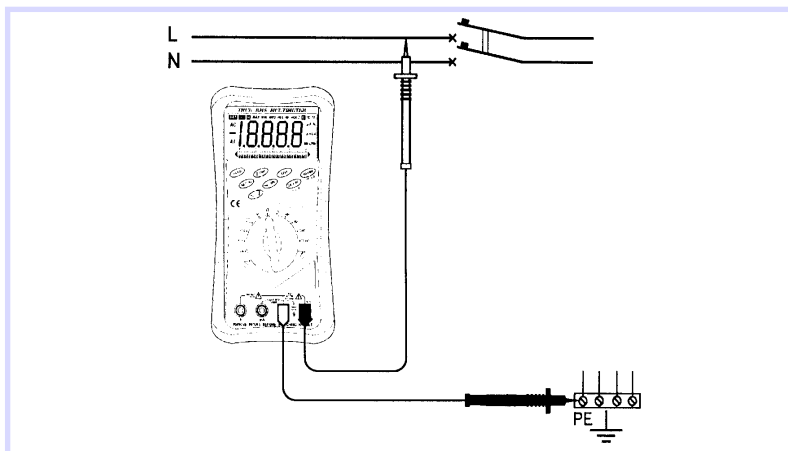



Fig. 12.7/4 Prova di polarità

Tipica prova di polarità: schema

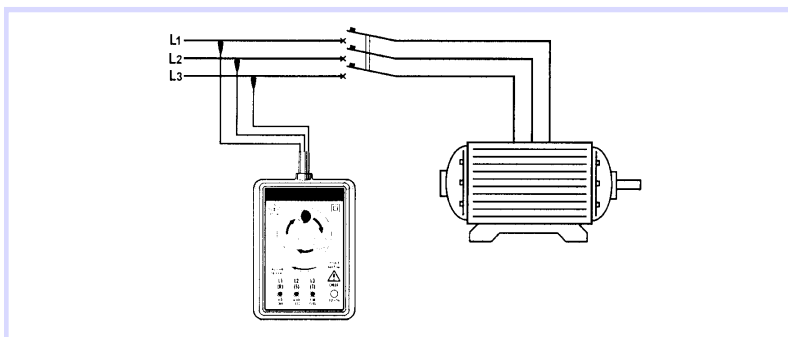



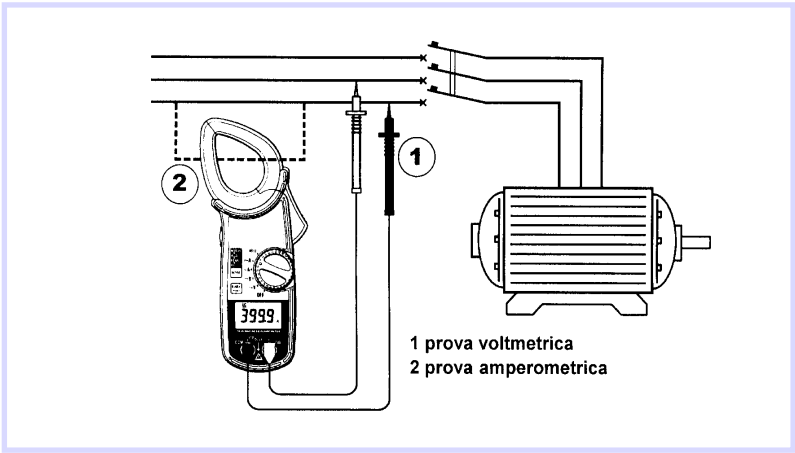
Fig. 12.7/5 Prova del corretto collegamento delle fasi di un motore

Prova di funzionamento: schema con utilizzo di pinza amperometrica

Fig. 12.7/6 Prova di funzionamento di un motore.
Schema di inserzione e procedimento con pinza amperometrica con memorizzazione dei massimi valori di spunto.

12.7.4. Prova di tensione applicata

A - Scopo

Prova di tensione

Verificare che i componenti elettrici di BT siano correttamente installati mediante prove individuali di tensione applicata.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Tensione applicata	Applicando la tensione di prova per 5 s, specificata nelle rispettive norme, non si devono verificare né perforazioni né scariche superficiali degli isolanti.

B - Modalità di accertamento

Prova di tensione

La prova di tensione applicata ai quadri deve essere effettuata con appropriata sorgente, in grado di mantenere la tensione di prova per valori della corrente di dispersione fino a 0,1 A (Norma CEI EN 61180-1/61180-2).
Tutti gli apparecchi devono essere collegati salvo i dispositivi elettronici e di quelli che assorbirebbero corrente o sarebbero danneggiati dalla tensione di prova.
La tensione di prova va applicata tra le parti attive e le masse.

C - Norme di riferimento

CEI 17-13/1 art. 8.2.2

Apparecchiatura

D - TIPI DI APPARECCHI

Si può utilizzare un apparecchio multifunzione o un apparecchio specifico per la prova della rigidità dielettrica con potenza in grado di erogare una corrente di 100 mA alla tensione di prova richiesta, avente tensione regolabile fino ad almeno 3000 V c.a., lettura della tensione di prova, durata del tempo di prova regolabile e memorizzazione della tensione di avvenuta scarica.

Come inserire gli strumenti di misura

E - SCHEMA D'INSERZIONE E PROCEDIMENTO

Si deve accertare che con l'applicazione della tensione di prova tra tutti i circuiti attivi e le masse o la terra (fig. 12.7/7) non si verifichino scariche superficiali o in aria.
Ad esempio per un quadro con tensione di isolamento di 400 V c.a., il valore della tensione di prova deve essere regolata a 2500 V c.a. e mantenuto per 5 s.

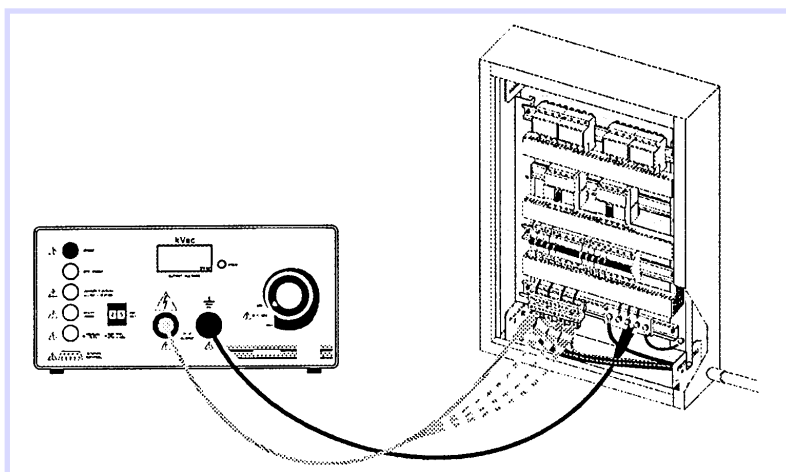



Fig.12.7/7 Prova di tensione applicata ad un quadro elettrico

12.7.5. MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA - SISTEMA TT

Misura resistenza terra nel sistema TT

A - SCOPO

Accertare che il valore della resistenza di terra R_A (v. fig. 12.7/8) sia tale da soddisfare la relazione, sotto riportata, per attuare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito per i sistemi TT (sistemi di I categoria senza cabina propria di trasformazione):

$$R_A \leq 50 / I_a$$

dove:

I_a corrente di intervento del dispositivo di protezione;

50 (V) tensione di contatto limite ammessa per il tempo di 5 s;

R_A somma delle resistenza del dispersore e del PE.

Percorso della corrente di guasto in un sistema TT

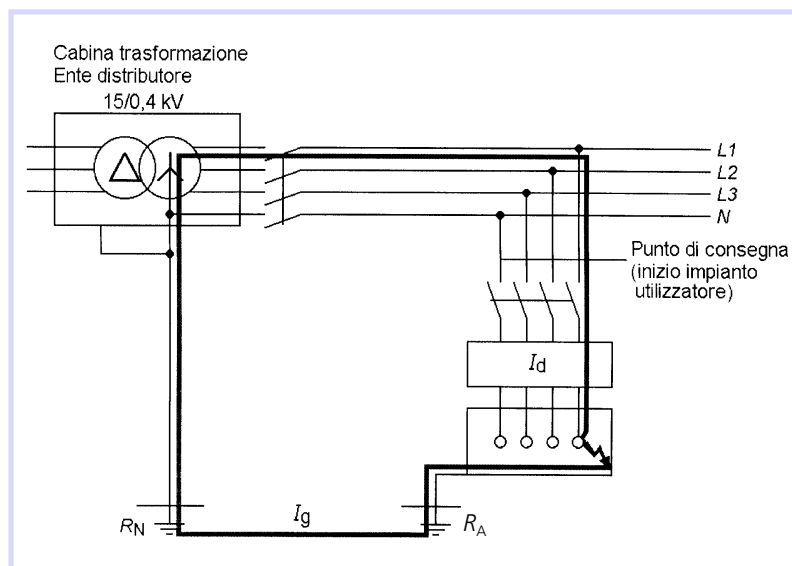



Fig. 12.7/8 Percorso corrente di guasto sistema TT

B - PRECISAZIONI

Per gli impianti elettrici nei locali adibiti ad uso medico e nelle strutture adibite ad uso agricolo e zootecnico il valore della tensione di contatto limite massima ammessa deve essere ridotta a 25 V.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Impianto dispersore nelle condizioni ordinarie di funzionamento	$R_A \leq 50 / I_a$
b) Impianto dispersore scollegato dall'impianto di protezione	Verificare il contributo delle masse estranee collegate in equipotenzialità

C - MODALITA' DI ACCERTAMENTO E CONSEGUENZE

Modalità della valutazione della RT nei sistemi TT

La misura della resistenza di terra si esegue con appositi strumenti di misura che utilizzano il metodo volt-amperometrico (fig. 12.7/9) e che possono fornire il valore della resistenza di terra direttamente in ohm.
Questa misura si deve effettuare sull'intero impianto dispersore, per quanto possibile nelle ordinarie condizioni di funzionamento, utilizzando un dispersore ausiliario di corrente e una sonda di tensione.
Si fa circolare una corrente alternata di valore costante tra il dispersore in esame ed un dispersore ausiliario posizionato ad una distanza dal contorno del dispersore in prova pari ad almeno cinque volte la dimensione massima dello stesso dispersore (ad esempio massima diagonale o diametro del cerchio di pari area che contiene il dispersore) con un minimo di 40 metri.

Nel caso di semplice dispersione verticale (picchetto singolo) tale dimensione può essere assunta pari alla sua lunghezza.
Si misura la tensione tra il dispersore in esame ed una sonda di tensione situata al di fuori della zone di influenza generate dalla corrente di prova che attraversa il dispersore di prova e il dispersore ausiliario di corrente.

Posizione idonea per la sonda di tensione

In generale si può considerare la sonda di tensione in posizione idonea, quando è situata ad una distanza dal contorno del dispersore pari a circa 2,5 volte la dimensione massima dello stesso dispersore (con un minimo di 20 m). Per l'individuazione più corretta del punto di installazione della sonda di tensione è necessario seguire la metodologia descritta nel successivo paragrafo 12.7.6.
Il valore della resistenza di terra è dato dal rapporto tra la tensione misurata e la corrente di prova o viene indicato direttamente da strumenti appositamente realizzati.

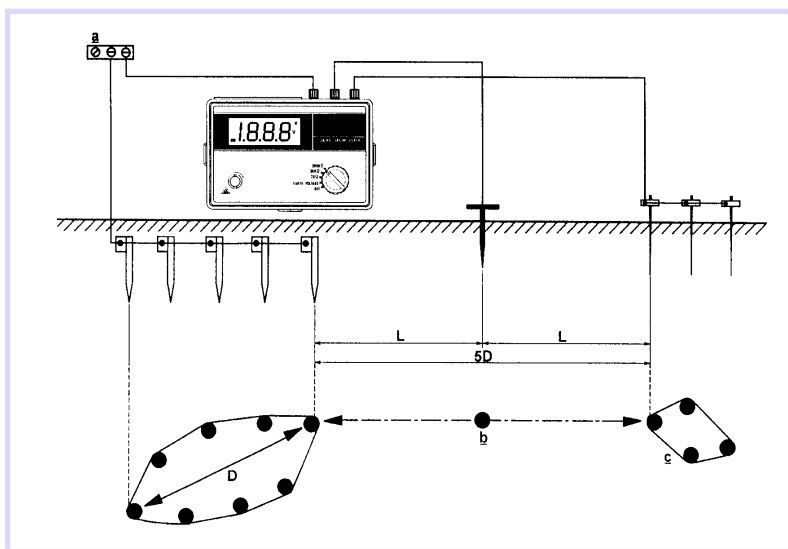



Fig. 12.7/9 Misura della resistenza di terra con il metodo volt-amperometrico

Valutazione dell'anello di guasto anziché della RT

Nei luoghi dove non è possibile utilizzare il metodo sopra descritto, come ad esempio nei centri urbani, si può misurare, con apposito strumento "loop tester", la resistenza dell'anello di guasto anziché la resistenza di terra.
Questo sistema di misura alternativo, previsto anche dalla Norma CEI 64-8/6, fornisce sempre un valore a vantaggio della sicurezza in quanto la resistenza misurata è sempre maggiore della R_A.

D - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8/6 artt. 612.6.2 e 612.6.3
CEI 64-14 art. 2.3.2.1

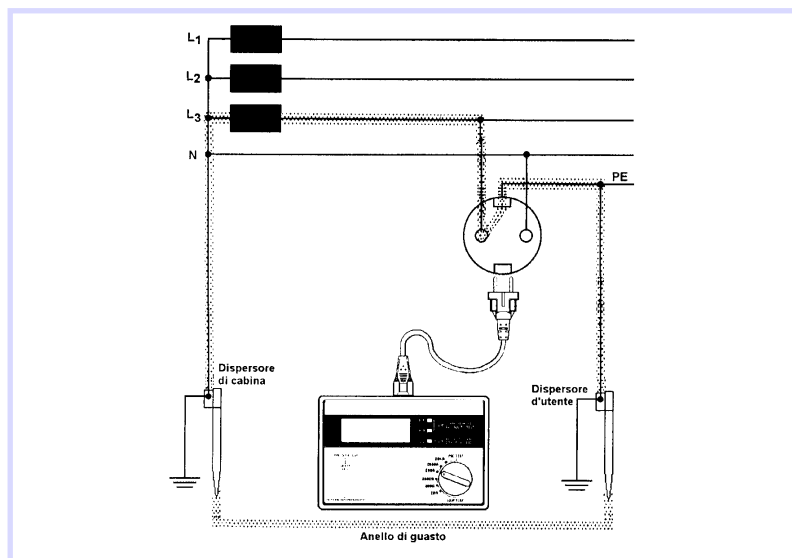



Fig.12.7/10 Misura della resistenza di terra con misuratore della resistenza di anello di guasto (loop tester)

Misurazione della resistenza di terra con misuratore della resistenza dell'anello di guasto

E - Tipi di apparecchi

Misuratore della resistenza di terra volt-amperometrico a dispersori ausiliari con minima risoluzione 0,2 Ω; tensione di prova a vuoto >100 V c.a. con frequenza diversa da 50 Hz e sue armoniche per evitare che sia influenzata da eventuali correnti nel terreno provocate a frequenza di rete.
Strumento multifunzione o strumento specifico con tensione di funzionamento compresa fra 100 V c.a. e 240 V c.a. a 50 Hz.
Naturalmente possono essere utilizzati anche strumenti del tipo di quelli impiegati per le verifiche dei sistemi TN descritti al punto f del paragrafo successivo.

F - Errori possibili

Errori sistematici del metodo volt-amperometrico

Metodo volt-amperometrico

La precisione della misura dipende dall'indipendenza del dispersore ausiliario di corrente e della sonda di tensione dall'impianto dispersore in esame e quindi dalla distanza del punto d'infissione delle stesse sonde rispetto al dispersore.
In presenza di fenomeni di disturbo, come ad esempio reti di tubazioni metalliche nei centri urbani, si deve eseguire la verifica con il sistema di misura della resistenza dell'anello di guasto.

Con misuratore della resistenza di anello di guasto -loop tester- (errore sistematico)

La misura comprende, oltre alla resistenza di terra locale, quella della cabina, della resistenza equivalente secondaria del trasformatore, e della resistenza delle linee.
Queste ultime due resistenze sono generalmente di valore trascurabile rispetto alla prima.

Il valore così ottenuto è sempre maggiore di quello relativo al solo impianto disperdente locale per cui, ai fini del coordinamento con i dispositivi di protezione, è sempre a vantaggio della sicurezza.

12.7.6. Misura della resistenza di terra - sistema TN

Misura RT nei sistemi TN

A - Scopo

Accertare che il valore della resistenza di terra Rt sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra secondo le relazioni sotto specificate.

B - Precisazioni

In questa parte si considerano solo gli accertamenti richiesti per gli impianti di terra dei sistemi di II categoria con particolare riguardo alle cabine MT/BT di proprietà dell'utente e distribuzione in sistema TN.

Oggetti d'analisi	**Accertamenti**
a) Dispersore dei sistemi TN	Rt ≤ Ut/It Dove It è la corrente di terra comunicata dall'Ente che consegna l'energia in media tensione, Ut è la tensione totale di terra massima riferita al tempo di interruzione del guasto comunicato anch'esso dall'Ente distributore.

Tab. 12.7/1 Tensione massima in funzione del tempo di eliminazione guasto per piccole aree

Tempo di eliminazione guasto (s)	**Tensione totale di terra Ut (V)**	
	generalmente	**per piccole aree***
2	60	90
1	84	126
0,8	96	144
0,7	102	153
0,6	150	225
≤0,5	192	288

* Occorre che il dispersore sia di tipo ad anello o a maglia e che interessi l'intera area dell'impianto protetto il cui perimetro P non deve superare i 100 metri (per esempio: cabine in aperta campagna per stazioni di pompaggio acqua, cabine per ripetitori TV, ecc.).

C - Modalità di accertamento e conseguenze

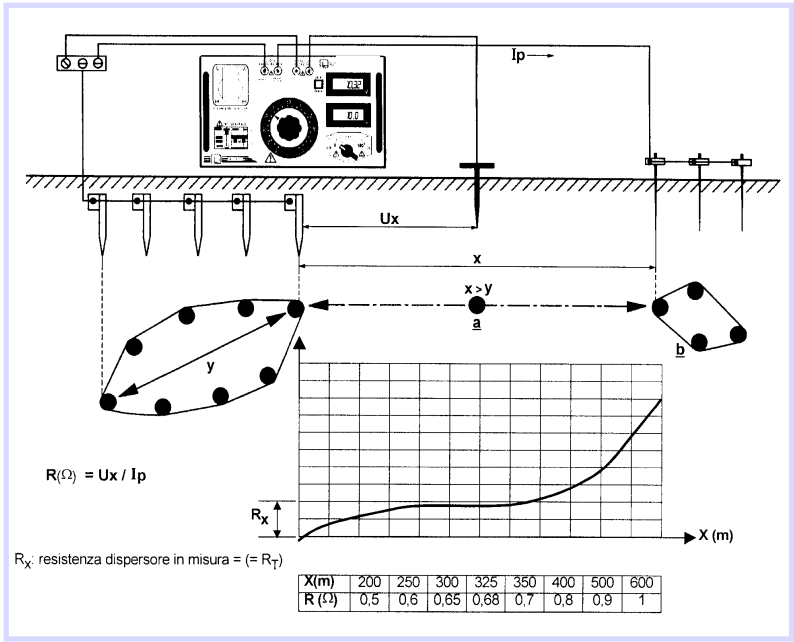
Misura RT nei sistemi TN

Per effettuare la misura si utilizza il metodo di misura volt-amperometrico illustrato al paragrafo precedente, posizionando il di-

spersore ausiliario in una posizione che non sia influenzata dal funzionamento della terra in esame (generalmente cinque volte la dimensione massima del dispersore).
Per accertare che la sonda di tensione sia situata al di fuori delle zone di influenza generate dal dispersore in prova e dal dispersore ausiliario di corrente, bisogna eseguire una misura spostando la sonda di tensione, partendo da un punto intermedio tra il dispersore ausiliario di corrente ed il dispersore in prova, in diversi punti verso il dispersore in prova e verso il dispersore ausiliario di corrente: se si ottengono, in due o più punti, valori con differenza trascurabile (punto di flesso orizzontale del diagramma della fig. 12.7/11) si ha la conferma dell'attendibilità della misura.
Il valore della resistenza di terra è dato dal rapporto tra la tensione misurata al punto flesso e la corrente di prova.

D - INSERZIONE E PROCEDIMENTO

X(m)	200	250	300	325	350	400	500	600
R (Ω)	0,5	0,6	0,65	0,68	0,7	0,8	0,9	1

Fig.12.7/11 Misura della resistenza di terra con metodo volt-amperometrico: tecnica per dispersori di grandi dimensioni

Schema dell'inserzione dello strumento per la misura della resistenza di terra per un sistema TN

E - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 11-1

F - Tipi di apparecchi

Per evitare di commettere errori significativi quando si misura un dispersore molto esteso con valore di resistenza di terra molto basso si consiglia di adottare le seguenti indicazioni:

- utilizzo di apparecchiature che eroghino una corrente di prova tale che "le tensioni misurate (tensione totale di terra e tensioni di contatto, riferite alla corrente di prova) risultino maggiori delle possibili tensioni di interferenze e di disturbo" (allegato N alla Norma CEI 11-1). L'abrogata Norma CEI 11-8 prescriveva un minimo di 5 A per i sistemi isolati da terra (MT) e 50 A per quelli con neutro a terra (AT). L'esperienza ha dimostrato che generalmente le misure effettuate in una cabina di trasformazione sono attendibili già con correnti maggiori di 1 A. È comunque necessario misurare sempre le tensioni di disturbo che si hanno in assenza di corrente di prova per correggere i valori di tensione misurati quando si inietta la corrente di prova. Il metodo per correggere i valori delle tensioni misurate è illustrato successivamente;
- collegamento a quattro fili per eliminare l'errore operativo di collegamento.

Si segnala, comunque, che è prassi consolidata degli organismi di controllo, per analogia con quanto richiesto dall'abrogata Norma CEI 11-8 per la misura della tensione di contatto e di passo, che tale valore non sia inferiore possibilmente all'1% della corrente di terra, con un minimo di 5 A per sistemi a neutro isolato (II categoria).
Inoltre l'apparecchiatura predisposta risulta idonea anche nel caso di successiva necessità di misure delle tensioni di contatto e di passo.

12.7.7. Misura delle tensioni di contatto e di passo

Valutazione tensione di passo e di contatto

A - Scopo

- Accertare che le tensioni di contatto e di passo siano contenute entro i valori massimi ammessi quando il valore misurato della resistenza di terra di un sistema TN ha dato esito negativo.
- Questa misura può essere eseguita in sostituzione della misura della resistenza di terra oppure a seguito di questa.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Masse e masse estranee rispetto al terreno	Tensioni di contatto (Uc)
b) Terreno nell'area del dispersore	Tensioni di passo (Up)

Modalità di accertamento

B - Modalità di accertamento

La misura delle tensioni di contatto e di passo si effettua facendo disperdere nel dispersore in esame, nelle ordinarie condizioni di funzionamento (impianto in tensione) una corrente di prova di intensità adeguata, come precisato al paragrafo precedente.

Per la misura si impiegano due elettrodi aventi una superficie di contatto di 200 cm^2 e del peso di 250 N disposti come da figura 12.7/12. Sul terreno nudo possono essere impiegati, in luogo degli elettrodi, picchetti infissi nel terreno per almeno 0,2 m.
Il voltmetro da utilizzare per la lettura diretta delle tensioni di contatto e di passo, deve avere un'alta impedenza interna, con in parallelo ai morsetti una resistenza da 1000 Ω.
Per determinare il valore massimo ammesso delle tensioni di contatto e di passo come per la misura della resistenza di terra, è necessario conoscere il tempo di eliminazione del guasto (da richiedere all'ente distributore di energia elettrica) e riferirsi poi alla tabella qui sotto riportata ripresa dalla Norma CEI 11-1.

Tab. 12.7/2 Valori calcolati della tensione di contatto U_{Tp} ammissibile in funzione della durata t_F del guasto

Durata del guasto t_F (s)	**Tensione di contatto ammissibile U_{Tp}(V)**
10	80
1.1	100
0.72	125
0.64	150
0.49	220
0.39	300
0.29	400
0.20	500
0.14	600
0.08	700
0.04	800

C - *Norme di riferimento*

CEI 11-1

D - *Tipi di apparecchi*

Tipi di apparecchi utilizzabili

Si può utilizzare uno strumento o un'attrezzatura in grado di erogare una corrente di prova (alternata) di intensità adeguata in relazione alle considerazioni esposte in precedenza, costituita da:

- un trasformatore di potenza adeguata, a due avvolgimenti per separare il circuito di misura da quello di alimentazione, con il primario ad una o due tensioni di alimentazione (230 / 400 V c.a.) ed il secondario a più uscite purché sia in grado di erogare le correnti di prova richieste anche con resistenza del dispersore ausiliario relativamente elevata (anche di alcuni ohm);
- un variac, scelto in relazione al tipo di trasformatore utilizzato, per la regolazione della corrente di prova;

- un voltmetro per la misura della caduta di tensione di tipo portatile ad alta risoluzione, per le misure delle tensioni di contatto e di passo, con una resistenza da 1000 Ω da collegare in parallelo;
- due piastre metalliche con superficie di 200 cm^2 su ognuno delle quali potere porre un peso di almeno 250 N (25 kg circa).

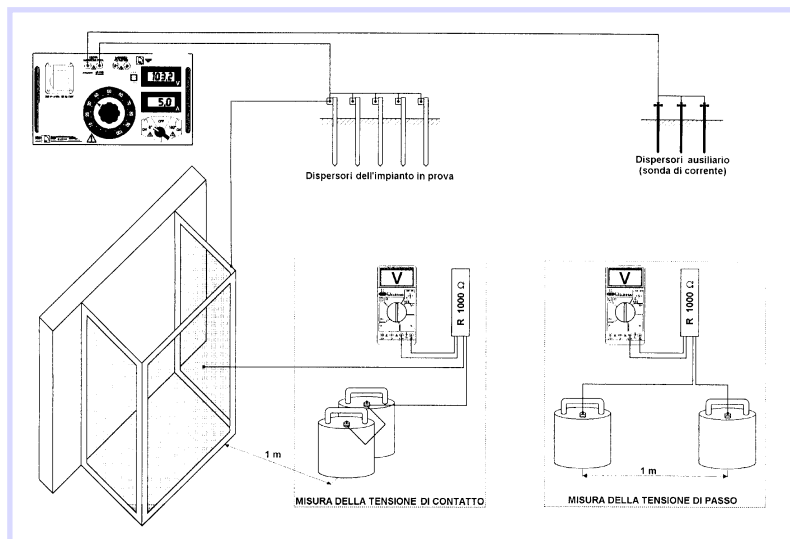
E - PROCEDIMENTO

Come effettuare la misura della tensione di passo e di contatto

La misura viene effettuata facendo disperdere nel dispersore in esame, in particolare nel punto in cui è prevedibile il guasto, nelle ordinarie condizioni di funzionamento, una quota parte della corrente di terra e rilevando sulle masse e sulle masse estranee le tensioni che nascono fra le stesse ed appositi elettrodi premuti contro il suolo (tensioni di contatto) e sul suolo fra due elettrodi posti fra di loro ad 1 m di distanza (tensioni di passo).
L'indagine sui valori delle tensioni di contatto deve essere condotta su quelle masse interessate dai sistemi di II categoria e sulle masse estranee, con la dovuta attenzione ai punti singolari, ove può mancare l'equipotenzialità della zona interessata.

Controllo della tensione di contatto sulle masse esterne all'area del dispersore

In particolare, si devono controllare le tensioni di contatto sulle masse esterne all'area del dispersore e sulle masse estranee (tubazioni, rotaie, ecc.) uscenti dal dispersore, ai fini del trasferimento delle tensioni all'esterno dell'area dell'impianto di terra (quando il valore della U_t sia risultato superiore a quello ammesso dalla Norma CEI 11-1 per le tensione di contatto e di passo).
Le tensioni di passo devono essere controllate in tutto l'impianto, in corrispondenza di stazioni, cabine di ricezione e/o di trasformazione, in prossimità ed a cavallo di elementi orizzontali perimetrali del dispersore e comunque dove, in base alla geometria del dispersore sono prevedibili valori elevati dei gradienti di tensione.
I valori più alti delle tensioni di contatto e di passo sono da prevedersi nelle zone in cui il terreno ha una elevata resistività.
Nel caso in cui l'indipendenza del dispersore ausiliario dal dispersore in esame non possa essere garantita, (distanza pari a 5 volte la dimensione massima del dispersore o verifica del punto flesso), l'uso di distanze ridotte porta alla misura di tensione di contatto e di passo diverse da quelle reali.
Poiché nel terreno esistono spesso tensioni di disturbo, è necessario misurarle per tenerne eventualmente conto.

Fig.12.7/12 Misura delle tensioni di contatto e di passo

Schema inserzione strumenti per la misura della tensione di tasso e di contatto

Tale valutazione deve essere rilevata per ogni posizione di prova eseguendo tre misure:

- una misura, senza immettere corrente nell'impianto di terra, per la valutazione della tensione di disturbo (U_d);
- una misura facendo circolare corrente (U_1);
- una misura facendo circolare corrente con polarità invertita (U_2).

La tensione depurata dal disturbo si ricava con la seguente formula:

$$U = \sqrt{\frac{U_1^2}{2} + \frac{U_2^2}{2} - U_d^2}$$

Tutte le misure delle tensioni di contatto e di passo si raccomanda siano riportate in apposite tabelle ed individuate in apposite planimetrie[1].

1. Il metodo è valido se il valore della corrente di prova ed il disturbo rimangono sostanzialmente costanti per il periodo della misura.

12.7.8. MISURA DELL'IMPEDENZA DELL'ANELLO DI GUASTO

A - SCOPO

Accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto Zs sia tale da soddisfare la relazione per attuare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione che per i sistemi TN (con cabina propria) è la seguente:

Verifica impedenza anello di guasto

$$Zs \leq \frac{Uo}{I_a}$$

dove Ia è la corrente di interruzione entro il tempo definito dalla Norma del dispositivo di protezione e U_o è la tensione nominale del sistema verso terra.

Tab. 12.7/3 Tempi massimi d'interruzione per i sistemi TN

Tempi massimi d'interruzione per i sitemi TN				
Uo (V)	120	230	400	>400
t (s)	0,8	0,4	0,2	0,1

Oggetti d'analisi	Accertamenti
Tutti i circuiti BT del sistema protetti da dispositivi a massima corrente a tempo inverso	Zs ≤ Uo/Ia

Metodo di accertamento

B - MODALITÀ DI ACCERTAMENTO

La misura può essere eseguita con il metodo volt-amperometrico o con un apparecchio denominato "loop tester".
Il primo metodo utilizza un generatore a 50 Hz, indipendente dall'impianto in prova, applicato all'impianto in esame fuori tensione e con il primario del trasformatore in corto circuito.
Facendo il rapporto della tensione applicata con la corrente fatta circolare durante la prova, si ottiene la misura rigorosa del valore dell'impedenza dell'anello di guasto. Il loop tester, invece, fornisce direttamente il valore della resistenza dell'anello di guasto.

Collegamenti strumento

C - INSERZIONE E PROCEDIMENTO

Con il metodo volt-amperometrico si collega lo strumento fra una fase immediatamente a monte dell'interruttore (o fusibile) successivo a quello del quale si vuole accertare il coordinamento ed il conduttore di protezione della massa da proteggere (fig.12.7/13).

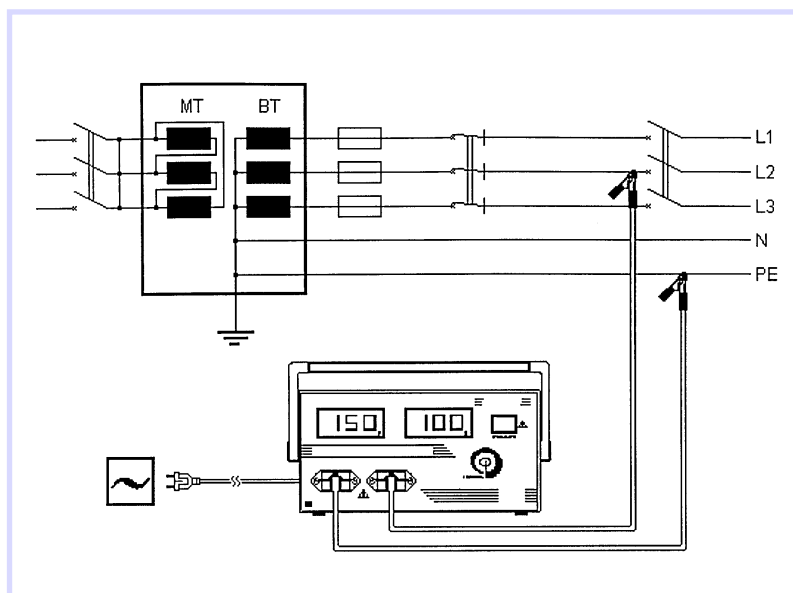



Fig.12.7/13 Misura dell'impedenza dell'anello di guasto con il metodo volt-amperometrico

Schema misura dell'impedenza dell'anello di guasto con metodo volt-amperometrico

Quando l'impedenza dell'anello di guasto è prevalentemente resistiva, vale a dire nella generalità dei circuiti TN, escludendo solo quelli in prossimità del trasformatore, si utilizza per questa misura il loop tester (fig. 12.7/14).

Si usa il loop tester se l'impedenza Zg è prevalentemente resistiva come nella maggior parte dei sistemi TN

Questo strumento fornisce direttamente il valore dell'impedenza dell'anello di guasto, prelevando la corrente di prova direttamente dallo stesso impianto in esame durante il suo funzionamento ordinario.

La misura deve essere fatta con un apparecchio in grado di operare con correnti di prova sufficientemente elevate da potere rilevare piccoli valori d'impedenza con apprezzabile precisione e che non risenta delle oscillazioni della tensione di rete.

Per accertare il coordinamento dei dispositivi di protezione in prossimità del trasformatore, dove cioè la reattanza non è trascurabile, eseguire sempre anche il calcolo di controllo.

In alternativa al calcolo, è necessario utilizzare uno strumento appropriato che misuri l'impedenza (e non solo la resistenza) dell'anello di guasto.

Questa misura non si deve eseguire in presenza di interruttori differenziali.

D - Norme di riferimento

Norme di riferimento

CEI 64-8 art. 612.6.3
CEI 64-14 art. 2.3.2.3

Fig.12.7/14 Collegamento dello strumento alla presa a spina o alla morsettiera degli utilizzatori fissi nella zona più periferica dei circuiti terminali (misura con loop tester)

E - Tipi di apparecchi

Tipologia di apparecchi

Si può utilizzare un'attrezzatura o strumento con sistema di misura volt-amperometrico alimentato in c.a. a 50 Hz.
Si usa una strumento multifunzione o strumento specifico (Loop tester) con tensione di funzionamento compresa fra 100 V e 240 V c.a. a 50 Hz e corrente di prova elevata (almeno 20 A a 220 V), avente portata minima 20 Ω con risoluzione 0,01 Ω.

F - Errori sistematici

Errori sistematici della misura

Il loop tester che misura la resistenza totale dell'anello di guasto in luogo dell'impedenza commette un errore tanto maggiore quanto più basso è il cosφ di corto circuito.
Per tensione tra fase e neutro di 230 V si possono introdurre i seguenti fattori di correzione (calcolati sulla base dei cosφ di corto circuito nominali prescritti dalle Norme CEI 17-5).

R	0,01	0,018	0,034	0,058	0,13
K	3	2	1,42	1,25	1,11

Esempio: R = 0,01; Zg = 0,01 x 3

12.7.9. Misura della resistenza d'isolamento

A - Scopo

Misura della resistenza d'isolamento

Accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compreso fra due interruttori (le parti attive dei circuiti alimentati da trasformatori d'isolamento o di sicurezza e la terra) sia adeguata ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8 riportati nella tabella seguente.
Accertare, quando necessario, che la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti, in caso di protezione per mezzo di luoghi non conduttori, non sia inferiore a 50 kΩ per U ≤ 500V.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV e PELV (≤ 50 V c.a. ≤ 120 V c.c.)	Isolamento ≥ 250 KΩ provato con 250 V c.c.
b) Circuito con tensione ≤ 500 V esclusi quelli a bassissima tensione di cui sopra	Isolamento ≥ 500 KΩ provato con 500 V c.c.
c) I circuiti con tensione > 500 V	Isolamento ≥ 1000 KΩ provato con 1000 V c.c.

B - MODALITÀ DI ACCERTAMENTO

Modalità di accertamento

La resistenza d'isolamento deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e la terra, per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi, o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico (fig. 12.7/15).
Gli apparecchi utilizzatori devono essere sezionati o scollegati.
Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra.
Per verificare la protezione per separazione elettrica si deve accertare che la resistenza d'isolamento tra le parti attive del circuito in prova e quelle di altri circuiti non sia inferiore ai valori minimi prescritti; tali valori di resistenza devono presentarsi anche verso terra e verso eventuali conduttori equipotenziali (fig. 12.7/16).
Le misure devono essere eseguite in corrente continua mediante apparecchi di prova in grado di fornire la tensione prescritta con un carico di 1 mA.
La tensione di prova deve essere applicata per il tempo necessario a rendere stabile la lettura della resistenza d'isolamento.
È raccomandato, quando praticamente possibile, misurare anche la resistenza d'isolamento fra i conduttori attivi.
Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

C - NORME DI RIFERIMENTO

Norme di riferimento

CEI 64-8 artt. 612.3 e 612.4
CEI 64-14 artt. 9.3.1 e 3.3.2

Schema della misura della resistenza di isolamento tra coppia di conduttori attivi

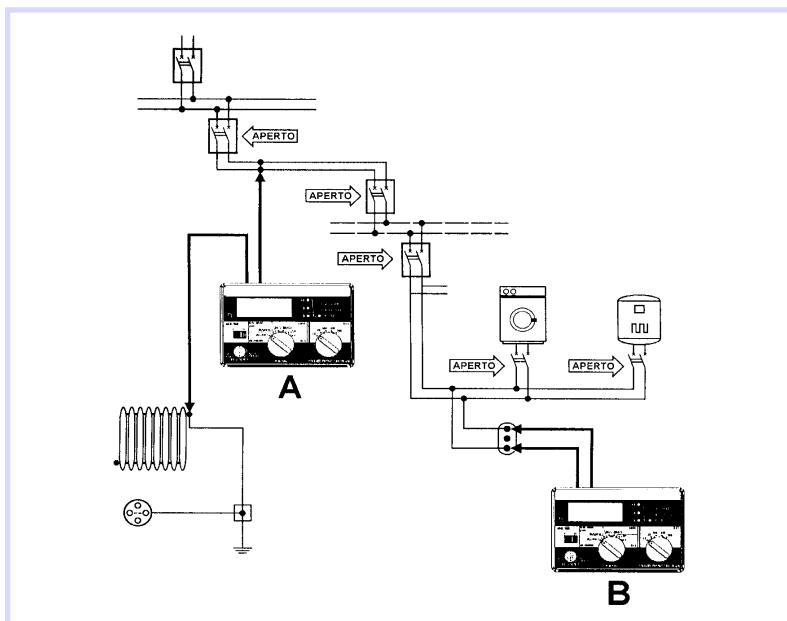



Fig. 12.7/15 Misura della resistenza d'isolamento tra i conduttori attivi e la terra e, tra ogni coppia di conduttori attivi (raccomandato).

Schema della misura della resistenza di isolamento tra parti attive ed altri circuiti

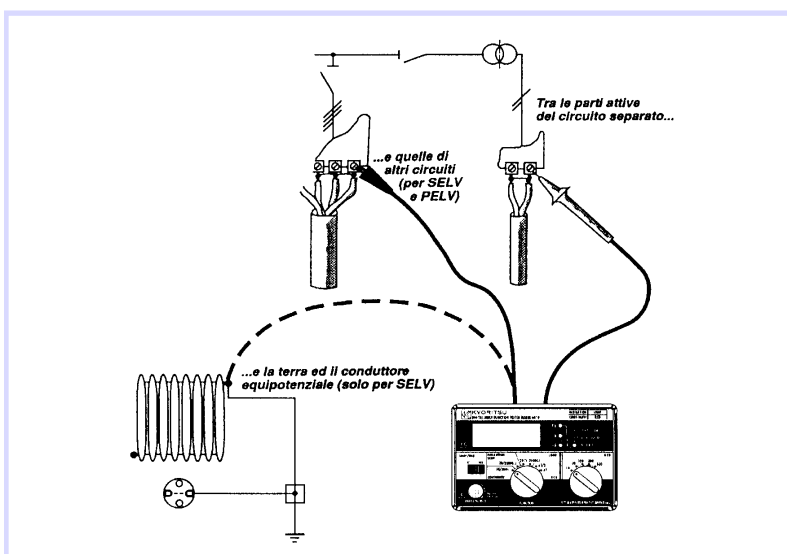



Fig. 12.7/16 Misura della resistenza d'isolamento per la verifica della protezione per separazione elettrica tra le parti attive del circuito separato e quelle di altri circuiti, e tra la terra e il circuito separato.

D - Tipi di apparecchi

Strumento multifunzione o strumento specifico (misuratore del-

la resistenza d'isolamento) in grado di fornire le tensioni di prova 250 V c.c. con carico di 250 kΩ, 500 V c.c. con carico di 500 kΩ, 1000 V c.c. con carico di 1000 kΩ.
Deve essere inoltre in grado di misurare le resistenze d'isolamento minime prescritte con buona precisione.

E - Errori sistematici

Se gli strumenti utilizzati per l'esecuzione di prove che si basano sulla circolazione di correnti di intensità dell'ordine dei milliampere utilizzano una fonte di energia autonoma, la precisione della misura è influenzata dallo stato di carica delle pile che, pertanto, deve essere verificata prima di procedere ad ogni misura.

12.7.10. Misura della resistenza dei conduttori equipotenziali

A- Scopo

Valore resistenza conduttore equipotenziale

Accertare che il valore della resistenza dei singoli conduttori equipotenziali che collegano le masse estranee al nodo o all'anello equipotenziale nel locale ad uso medico (ambulatorio di tipo A) o le masse e le masse estranee al nodo degli ambienti medici, ove richiesto, sia inferiore al limite prescritto dalla Norma CEI 64-4 (0,15 Ω).

Oggetti d'analisi	**Accertamenti**
Conduttori equipotenziali che collegano le masse estranee al nodo o all'anello. Conduttori equipotenziali che collegano le masse e le masse estranee al nodo.	Il valore della resistenza dei conduttori e della resistenza di contatto delle connessioni non deve essere superiore a 0,15 Ω

B - Modalità di accertamento

Negli ambulatori di tipo A e, in genere, in tutti i locali ad uso medico si deve effettuare l'egualizzazione del potenziale delle masse estranee presenti nel locale stesso e poste ad un'altezza inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio.
L'egualizzazione del potenziale si realizza all'interno del locale mediante conduttori di sezione non inferiore a 6 mm² in rame, collegati ad un nodo oppure ad un anello saldato (dove ammesso) con sezione 16 mm² di rame disposto lungo il perimetro del locale stesso.
Nei locali di degenza ed ambulatori di Tipo B (senza parti applicate di apparecchi elettromedicali al paziente) può essere omesso il collegamento equipotenziale se è presente, a protezione contro i contatti indiretti, un dispositivo differenziale con I_{dn} ≤30 mA.

Avvertenze per locali speciali

Nei locali per chirurgia è ammesso solo il nodo al quale si devono collegare tutti i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali di masse e masse estranee poste ad altezza minore di 2,5 m.
La resistenza di tali conduttori compresa la connessione non deve essere superiore a 0,15 Ω misurata con uno strumento in grado di

far circolare una corrente di misura di circa 10 A e di fornire una tensione a vuoto (c.c. o c.a.) compresa tra 6 e 12 V (fig. 12.7/17).
Il metodo di misura utilizzato deve essere quello volt-amperometrico per rilevare i valori di resistenza molto bassi, come quelli richiesti, con buona precisione.

C - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-4 art. 3.3.02
CEI 64-13 art. 5.1.01.3

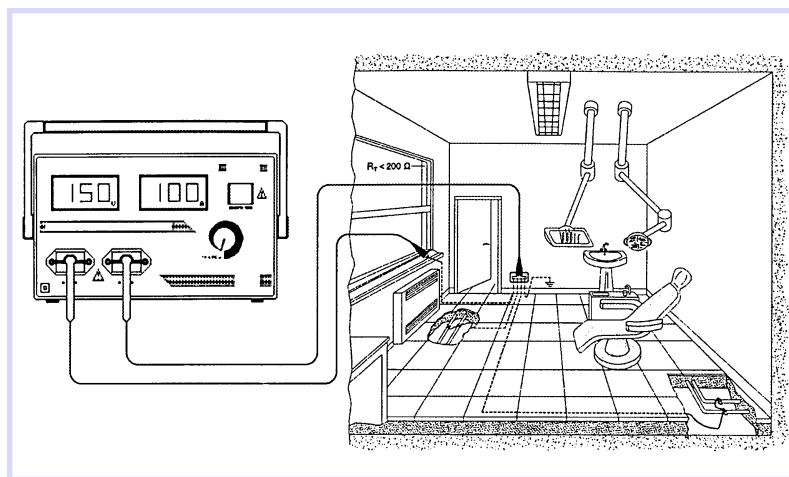



Fig. 12.7/17 Esempio di misura della resistenza dei conduttori equipotenziali in ambienti medici

D - TIPI DI APPARECCHI

Si può utilizzare un misuratore di resistenza (o impedenza) dei conduttori equipotenziali che operi con il metodo volt-amperometrico con lettura digitale della corrente erogata e della caduta di tensione.
Esso deve erogare una corrente di prova di almeno 10 A c.c. o c.a. (meglio se regolabile o costante).
Per maggiore comodità operativa nei collegamenti si possono utilizzare due cavi multipolari, di lunghezza sufficiente (consigliati circa 10 m) che inglobano sia i conduttori del circuito voltmetrico sia i conduttori del circuito amperometrico.

12.7.11. MISURA CORRENTI DI 1° GUASTO E DISPERSIONE

Misura delle correnti di 1° guasto

A - SCOPO

Verificare che le correnti di primo guasto rientrino nei limiti prescritti dalle relative norme.
Allo scopo di evitare l'intervento intempestivo degli interruttori installati, accertare che le correnti di dispersione degli impianti

siano di valore trascurabile rispetto alla corrente d'intervento differenziale I_{dn}.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Circuito secondario separato da trasformatore d'isolamento negli impianti adibiti ad uso medico.	Verificare che la corrente verso terra del circuito secondario con gli apparecchi utilizzatori scollegati non sia superiore a 2 mA.
b) Circuiti di distribuzione o terminali protetti da interruttori differenziali.	Il valore della corrente di dispersione misurata non deve essere superiore a 0,1 x I_{dn}.
c) Circuiti di protezione principali o terminali.	Verificare che le correnti di drenaggio a terra corrispondano con le correnti di dispersione.
d) Impianti di messa a terra per apparecchiature di elaborazioni dati che presentano elevata corrente di dispersione.	Verificare che le correnti di dispersione rientrino nei livelli massimi relativi alle prescrizioni d'installazione.
e) Isolamento delle masse estranee nei luoghi non conduttori.	Verificare che in condizioni ordinarie d'isolamento la corrente verso terra non superi 1mA.

B - MODALITÀ DI ACCERTAMENTO E CONSEGUENZE

Modalità di accertamento e conseguenze

Per la rilevazione della corrente di primo guasto sul circuito secondario, separato da un trasformatore di isolamento negli impianti elettrici adibiti ad uso medico, si deve collegare un conduttore fra ciascuna fase del circuito separato e la terra.
Abbracciando tale conduttore con lo strumento, si deve verificare che la corrente che circola verso terra non sia maggiore di 2 mA.
Qualora non si conoscesse il valore presunto della corrente di primo guasto, è bene inserire un reostato fra il conduttore di fase e la terra, effettuando la misura escludendolo gradualmente.
La misura effettuata con il reostato completamente escluso, rappresenta la corrente di guasto a terra (fig. 12.7/18).

La misura delle correnti di dispersione va fatta con l'impianto in tensione e tutti gli utilizzatori inseriti

Per tutti gli ambienti la misura delle correnti di dispersione deve essere eseguita con l'impianto in tensione e, per quanto possibile, con tutti gli apparecchi utilizzatori inseriti e nelle condizioni ordinarie di funzionamento.
Si devono abbracciare tutti i conduttori attivi, escludendo quindi i soli conduttori di protezione PE, dei diversi circuiti principali o terminali in esame.
Il valore letto dallo strumento corrisponde alla sommatoria delle correnti che è diverso da zero solo nel caso di isolamento difettoso di un apparecchio utilizzatore o di una parte di impianto.
Tale valore rappresenta la corrente di dispersione che, per impianti correttamente realizzati, equivale alla corrente di drenag-

gio a terra misurata sul circuito di protezione relativo all'apparecchio utilizzatore o parte di impianto che disperde.
Nel caso di circuito con sistema TN-C, non è possibile misurare la corrente di dispersione.

c - Norme di riferimento

CEI 64-4 art. 5.1.01
CEI 64-13 art. 5.1.01.2
CEI 64-8 art. 413.3.3

Schema di misura di corrente di primo guasto su secondario separato di un trasformatore di isolamento

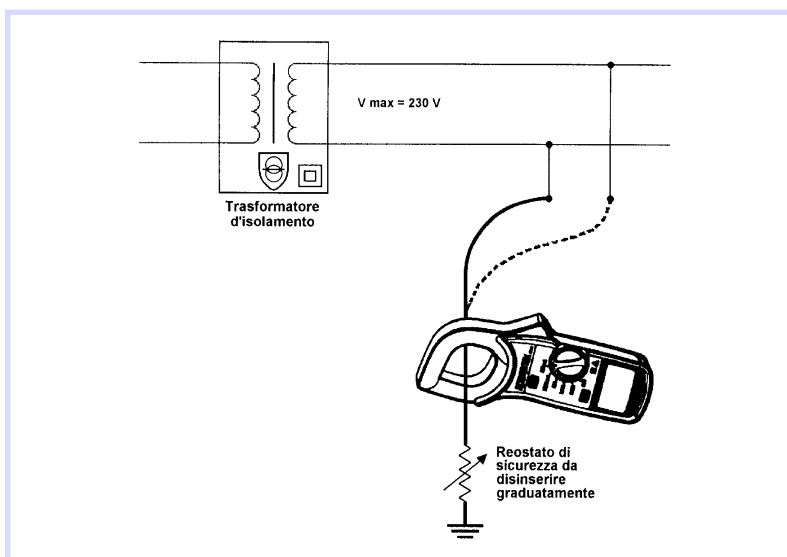



Fig. 12.7/18 Procedimento per la misura della corrente di primo guasto sul circuito secondario separato da un trasformatore di isolamento negli impianti elettrici adibiti ad uso medico

Schema delle correnti disperse nel caso di un circuito monofase

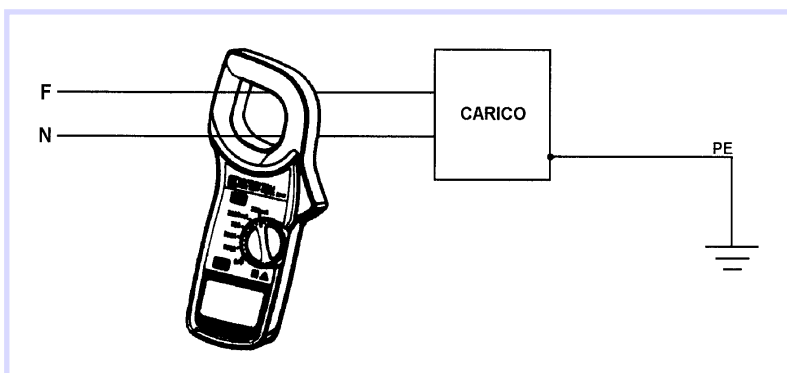



Fig. 12.7/19 Procedimento per la misura delle correnti di dispersione su un sistema monofase

Schema della misura della corrente dispersa su un sistema trifase senza neutro distribuito

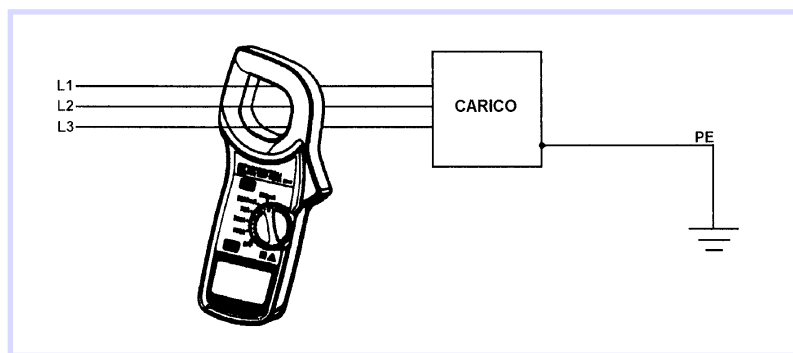



Fig. 12.7/20 Procedimento per la misura delle correnti di dispersione su un sistema trifase senza neutro distribuito

Schema della misura della corrente dispersa su un sistema trifase con neutro distribuito

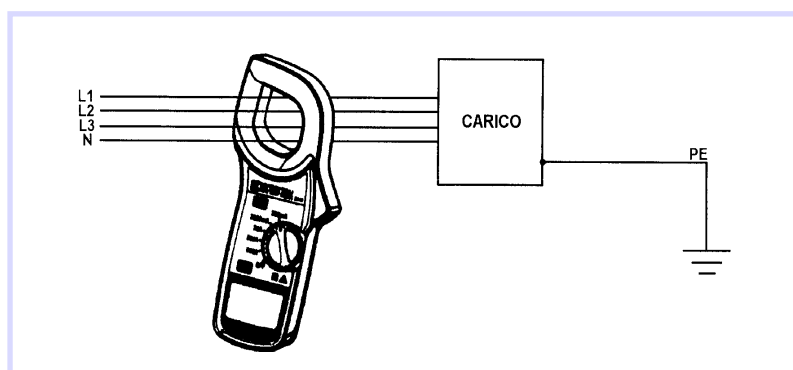



Fig. 12.7/21 Procedimento per la misura delle correnti di dispersione su un sistema trifase con neutro distribuito

Misura delle correnti di drenaggio verso terra

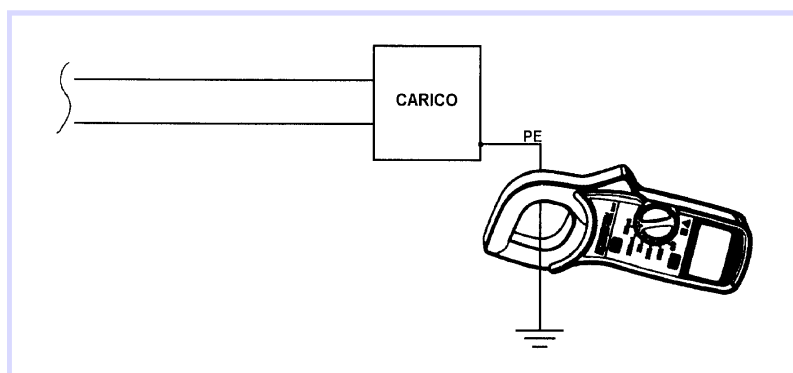



Fig. 12.7/22 Procedimento per la misura delle correnti di drenaggio a terra

12.7.12. MISURA DELL'ILLUMINAMENTO MEDIO

A - SCOPO

Accertamento del livello di uniformità dell'isolamento

Accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle richieste normative ed al progetto.

a) Illuminazione di sicurezza nei locali di pubblico spettacolo.	Illuminamento medio 5 lx sulle porte via di fuga e 2 lx negli altri ambienti.
b) Illuminazione di sicurezza nei luoghi di lavoro.	5 lx nelle vie di fuga (valori superiori per esigenze specifiche di sicurezza).

B - MODALITÀ DI ACCERTAMENTO

La misura dell'illuminamento artificiale va eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare finestre e porte a vetri.
Disporre la cellula a 1 m dal pavimento in posizione orizzontale (per misurare l'illuminamento orizzontale) ed effettuare la lettura a cellula ferma.
La Norma UNI 10380 "Illuminazione di interni con luce artificiale" fornisce i criteri per determinare il numero minimo di punti di misura. L'illuminamento medio di un locale è dato dalla media aritmetica degli illuminamenti misurati nei singoli punti di misura.

C - NORME DI RIFERIMENTO

CEI 64-8 art. 752.56.5

D - TIPI DI APPARECCHI

Si può utilizzare un luxmetro digitale per luce naturale ed artificiale con campo di misura da 0 a 20.000 lx con valore minimo leggibile 0,01 lx.
Errore di misura non superiore al 10% del valore letto.
La fotocellula di norma è separata dallo strumento ed è dotata di lente di correzione dell'angolo di incidenza. È opportuno che lo strumento consenta di memorizzare le misure.

12.7.13. ANALISI DEI RISULTATI DELLE MISURE E VALUTAZIONE DEGLI ERRORI

A - ERRORE STRUMENTALE (APPENDICE C1 DELLA GUIDA CEI 64-14)

Possibili errori strumentali

Il primo errore da valutare è quello relativo agli strumenti di misura.
Il livello di precisione di uno strumento analogico è generalmente espresso (con un solo indice) in percentuale e riferito generalmente al valore di fondo scala.
Per gli strumenti a lettura numerica (digitali) viene solitamente indicato l'errore percentuale relativo al valore letto, rispetto al valore vero della grandezza misurata, con doppio indice come di seguito indicato.

L'indicazione con la quale si stabilisce l'errore è rappresentata da una serie di sigle e numeri ed è generalmente riportata nei dati tecnici dello strumento[2].

Esempi di valutazione errori

1° ESEMPIO

Errore dichiarato[3]: ±1% rdg ±4 dgt

dove: rdg è l'abbreviazione di reading = valore letto
dgt è l'abbreviazione di digit = cifra

Portata scelta dello strumento: 200 V
Risoluzione: 0,1 V
Valore letto: 20 V

Per la valutazione dell'errore di misura si devono quindi fare le seguenti considerazioni:

l'errore massimo relativo al valore letto vale	±1% di 20 = ±0,2 V
l'errore dovuto allo scorrimento dell'ultima cifra vale	±4 cifre = ±0,4 V
l'errore massimo possibile vale	0,2 + 0,4 = ±0,6 V

2° ESEMPIO

Errore dichiarato: ±1% rdg ±4 dgt

dove: rdg è l'abbreviazione di reading = valore letto
dgt è l'abbreviazione di digit = cifra

Portata scelta dello strumento: 200 V
Risoluzione: 1 V
Valore letto: 20 V

Per la valutazione dell'errore di misura si devono quindi fare le seguenti considerazioni:

l'errore massimo relativo al valore letto vale	±1% di 20 = ±0,2 V
l'errore dovuto allo scorrimento dell'ultima cifra vale	±4 cifre = ±4 V
l'errore massimo possibile vale	0,2 + 4 = ±4,2 V

---

2. Per gli strumenti a indice con lettura su scala (analogici) l'errore percentuale viene solitamente indicato in relazione al valore di fondo scala che si ha per ciascuna portata.
3. Gli errori dichiarati dal costruttore sono da intendersi entro i limiti delle condizioni d'uso specificate dallo stesso costruttore (temperatura, umidità, posizione dello strumento rispetto al piano, ecc.)

3° ESEMPIO

Errore dichiarato: ±3% f.s. (fondo scala)

Portata scelta per lo strumento: 200 V

Valore letto: 20 V

L'errore massimo possibile vale = ±3% di 200 V = ±6 V

B - ERRORE OPERATIVO

Errore operativo

Un altro errore da considerare è l'errore operativo che è quello che si può commettere, ad esempio, nei collegamenti del sistema di misura al circuito in prova.
Questo ed eventuali altri errori operativi sono da valutare e quantificare preventivamente, per essere scorporati dalla lettura aumentandone l'affidabilità.
Alcuni tipi di errori operativi ricorrenti durante le misure sugli impianti elettrici possono essere i seguenti:

- nella misura di un piccolo valore di resistenza con il metodo volt-amperometrico a quattro fili si devono considerare:
  il valore della resistenza fra punto di contatto dei terminali di misura e il reale circuito in misura;
  il valore della resistenza di contatto;
  la corrispondenza dei punti di contatto tra circuiti di misura voltmetrico ed amperometrico;
  l'influenza dei segnali di disturbo rispetto al segnale di misura;
- nella misura di una corrente alternata si deve prestare particolare attenzione al fatto che lo strumento utilizzato sia in grado di rilevare il vero valore efficace (T RSM) della grandezza.

Non sempre gli "errori operativi" così come sono definiti nella Guida CEI coincidono con gli "errori sistematici", considerati nei manuali di misure e definibili come errori dovuti al procedimento o agli strumenti adottati per la misura, di segno determinato e in molti casi valutabili. Questi errori si contrappongono a quelli "casuali" che hanno la caratteristica di aver segno indeterminato e variabile e grandezza dipendente dall'abilità dell'operatore. Dell'errore casuale si può prevedere in qualche caso l'ordine di grandezza ma non il segno.

C - ACCETTABILITÀ DELL'ERRORE (APPENDICE C3 DELLA GUIDA CEI 64-14)

Livello di accettabilità dell'errore

Il livello di accettabilità dell'errore può essere definito in relazione all'uso che si deve fare del valore rilevato dalla misura.
Se si deve, ad esempio, misurare la resistenza di terra di un sistema TT si può accettare l'errore dovuto al sistema operativo che dia un valore in eccesso e, quindi, a vantaggio della sicurezza perché i valori di resistenza da verificare per ottenere il coordinamento con i dispositivi di protezione differenziali sono molto elevati.
Questo è il motivo per il quale le misure della resistenza di terra dei sistemi TT si possono eseguire con il metodo della misura della resistenza dell'anello di guasto.

Si deve, invece, fare un'attenta valutazione di tutti gli errori possibili quando si eseguono misure come, ad esempio, quella dell'impedenza dell'anello di guasto in sistemi TN o della resistenza di terra di dispersori molto estesi facenti parte di sistemi di II o III categoria (media ed alta tensione), poiché i valori da rilevare sono generalmente molto piccoli ed i sistemi di misura utilizzabili sommano una serie notevole di errori.

12.7.14. Scelta della strumentazione

A - Strumenti per l'effettuazione delle prove

Strumenti delle prove come da guida CEI 64-14

La guida CEI 64-14 consiglia la seguente dotazione:
- apparecchio per la prova della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- misuratore della resistenza d'isolamento;
- misuratore della resistenza e dell'impedenza dell'anello di guasto;
- misuratore o apparecchiatura per la misura della resistenza di terra;
- apparecchiatura per la misura delle tensioni di passo e contatto;
- apparecchio per controllo di funzionalità interruttori differenziali;
- amperometro per la misura delle correnti di primo guasto;
- multimetro o voltmetri;
- calibro;
- dito e filo di prova;
- luxmetro.

B - Scelta degli strumenti di misura

Criteri per la scelta di strumenti di misura

I criteri di base per una corretta scelta dello strumento sono i seguenti:
- rapporto prestazione / costo in relazione all'applicazione;
- conformità delle caratteristiche alle prestazioni richieste;
- conformità alle norme di sicurezza;
- certificazione sulla qualità dello strumento;
- maneggevolezza e facilità operativa;
- qualità del servizio di assistenza tecnica del costruttore di strumenti o del distributore.

C - Prestazioni della strumentazione di misura

Prestazioni della strumentazione

Le principali caratteristiche che identificano uno strumento sono:
- norme di riferimento;
- criterio di funzionamento;
- dati tecnici;
- classe di precisione;
- campo di applicazione e grandezze misurabili;
- accessori e criteri di connessione per l'esecuzione delle prove;
- validità della calibrazione e sua periodicità.

Relazione di verifica delle misure su un impianto

Fig. 12.7/20 ESEMPIO DI RELAZIONE DI VERIFICA

Operatore: Mario Rossi Impianti Elettrici Milano				Luogo: Ditta *** c.so Italia, 1 Milano		
n°	**Identificazione**	**Funzione**	**Risultati**	**Parametri**	**Limiti**	**Data Ora**
1	Quadro Q1 Linea condizionatori	RES. ISOLAMENTO	R = 42.3 M Ω	Un = 500 V	R > 0.50 M Ω	30.07.99 14:44
2	Quadro Q1 Linea condizionatori	CONTINUITÀ	R = 0.60 Ω R + = 0.62 Ω R - = 0.59 Ω	It > 200 mA	–	30.07.99 14:55
3	Quadro Q1 Linea preferenziale	PROVA DIFFERENZIALI (tempo di intervento)	t = 23 ms Uc = 0.36 V	Idn = 30 mA mult.: x 1 fase: 0° tipo: Generale	Uc < 50 V	30.07.99 14:57
4	Quadro Q2 Linea uffici	IMPEDENZA ANELLO DI GUASTO	Z = 10.61 Ig = 22.9 A R = 10.6 Ω Xl = 0.10 Ω	–	–	30.07.99 15:00
5	Quadro Q2 Linea emergenza	IMPEDENZA DI LINEA	Z = 0.72 Icc = 335 A R = 0.72 Ω Xl = 0.03 Ω	–	–	30.07.99 15:10
6	Quadro Q3 Servizi	PROVA DIFFERENZIALI (tempo di intervento)	t = 17 ms Uc = 0.34 V	Idn = 30 mA mult.: x 1 fase: 0° tipo: Generale	Uc < 50 V	30.07.99 15:11
7	Quadro Q3 Linea centrale termica	IMPEDENZA ANELLO DI GUASTO	Z = 10.60 Ω Ig = 22.9 A R = 10.6 Ω Xl = 0.06 Ω	–	–	30.07.99 15:20
Note	L'impianto elettrico, verificato con lo strumento XXXXXX matricola XXXXX, è risultato conforme alla Norma CEI 64-8. Il presente documento integra gli allegati della dichiarazione di conformità ai sensi della Legge 46/90.					

CAPITOLO 13

LEGISLAZIONE NEL SETTORE ELETTRICO

13. LEGISLAZIONE NEL SETTORE ELETTRICO

All'installatore interessano sia le *disposizioni legislative* (leggi e decreti), sia le norme tecniche per la realizzazione degli impianti "*a regola d'arte*" (ossia le norme CEI).

Legge 46/90

La legislazione attuale (legge 46/90, articolo 7, comma 1) recita assai chiaramente che "*le imprese installatrici sono tenute ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte*"; il medesimo comma prosegue dicendo che "*i materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza (omissis) del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte*". In pratica le leggi 186/68 e 46/90 hanno conferito alle norme CEI la patente di "regola d'arte", non vietando però l'adozione di altre norme a regola d'arte.

La regola d'arte

Le norme CEI regolamentano gli aspetti tecnici per la realizzazione degli impianti elettrici secondo criteri di sicurezza, mentre le disposizioni legislative di interesse per l'installatore riguardano sia gli aspetti generali di detti impianti, sia tutto ciò che concerne la sicurezza, non solo per gli aspetti elettrici, e la salute dei lavoratori impegnati nella realizzazione degli impianti.
Le disposizioni legislative in tema di impianti elettrici sono numerose e, pur concorrendo tutte a costituire la norma giuridica, hanno denominazioni diverse a seconda dell'organo che le emana, del campo di applicazione, della durata di validità e di altri fattori. Tralasciando in questo testo i Codici, civile e penale, ricordiamo che le norme legislative di interesse per l'installatore possono avere una delle seguenti forme:

- legge: è una norma approvata da entrambe le Camere del Parlamento (Senato e Camera dei Deputati); in seguito è indicata con la dicitura abbreviata "L.";
- testo unico: è una raccolta organica di leggi accorpate in un unico testo che disciplina un'unica materia; nel presente testo non ricorre mai la necessità di citarne;

- decreto legislativo: è una norma emanata dal Governo a seguito di una delega avuta dal Parlamento; in seguito è indicato con la dicitura abbreviata "D.Lgs.";
- decreto legge: è una norma emanata dal Governo in caso di necessità e di urgenza. Ha validità di 60 giorni, tempo entro il quale il decreto dev'essere convertito in legge; se ciò non avviene, può essere reiterato con un altro decreto legge. Nel presente testo non ricorre mai la necessità di citarne;
- decreto del Presidente della Repubblica: è una norma emanata dal Governo per dare esecuzione ad altre norme di legge e/o per integrarle; in seguito è indicato con la dicitura abbreviata "D.P.R.";
- decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: norma emanata dal Presidente del Consiglio dei Ministri per dare esecuzione ad altre norme di legge e/o per integrarle; in seguito è indicato con la dicitura abbreviata "D.P.C.M.";
- decreto ministeriale: norma emanata da un Ministro (o da più Ministri congiuntamente) per dare esecuzione ad altre norme di legge e/o per integrarle; in seguito è indicato con la dicitura abbreviata "D.M.";
- circolare: atto emanato dal Presidente del Consiglio o da un Ministro (o da più Ministri congiuntamente) per fornire criteri di interpretazione e di applicazione delle norme; in seguito è indicato con la dicitura abbreviata "CIRC.".

In genere le norme di legge vengono sinteticamente indicate con la sigla della forma della norma seguita dalla data e dal numero (ad esempio: D.P.R. 27/4/1955 n° 547) oppure ancora più sinteticamente con la sigla della forma della norma seguita dal numero e dalle ultime due cifre dell'anno (ad esempio: D.P.R. 547/55).

L'installatore deve osservare tutte le disposizioni di legge, comprese le circolari

L'installatore è tenuto ad *osservare tutte le disposizioni di legge*, comprese le circolari. La mancata osservanza delle disposizioni legislative espone l'installatore a possibili sanzioni sia penali che amministrative; è pure evidente che indebolisce la sua posizione nel caso malaugurato di un incidente col relativo contenzioso.
Le disposizioni di legge sono numerose; le più significative per l'installatore sono elencate nelle tabelle dell'*Appendice A* contenenti rispettivamente le disposizioni relative agli *impianti elettrici* e quelle riguardanti la *sicurezza* e la *salute dei lavoratori*; nelle tabelle, per ognuna delle disposizioni, è esposto succintamente il suo contenuto. È comunque consigliabile che l'installatore consulti, periodicamente, una raccolta delle principali norme legislative di interesse. A tal riguardo è quindi opportuno che si tenga aggiornato sull'uscita di tali disposizioni attraverso uno o più dei numerosi canali di informazione, quali, ad esempio:

- abbonamento alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana,
- iscrizione ad una Associazione di categoria che assicuri un servizio di informazione legislativa,
- abbonamento a riviste tecniche specializzate che assicurino un servizio di informazione legislativa,
- consultazione del sito Internet della Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana: http://www.gazzettaufficiale.ipzs.it;
- consultazione periodica del sito Internet di una delle numerose Associazioni che assicurano un servizio di informazione legislativa.

All'installatore interessano anche altre disposizioni legislative: disposizioni tributarie, fiscali, societarie, ecc.; di esse però non ci occupiamo in questo testo perché, in genere, per tali aspetti l'installatore si avvale del proprio commercialista di fiducia.

Tra le tante disposizioni legislative, una in particolare è di fondamentale interesse per l'installatore: la *legge 46/90* col relativo regolamento e le relative integrazioni e modifiche (ossia il D.P.R. 447/91, il D.M. 49/92 e il D.P.R. 392/94).

13.1. LEGGE 46/90 E REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE

Si riportano in questo capitolo alcuni commenti sulla legge 46/90 e sul D.P.R. 447/91. Le citazioni della legge o del D.P.R. sono in carattere corsivo, mentre il commento è in carattere normale.

Legge 46/90

Legge 46 del 5 marzo 1990:

art. 1 - la legge si applica senz'altro agli impianti elettrici utilizzatori negli edifici residenziali; si applica pure ad altri impianti della cui realizzazione (o trasformazione o ampliamento o manutenzione straordinaria) è talvolta incaricato l'installatore, cioè gli impianti radiotelevisivi ed elettronici, gli impianti di protezione contro i fulmini ed anche gli impianti di sollevamento di persone e cose e gli impianti di protezione antincendio. Il comma 1, infatti così recita:

Dove si applica

"*sono soggetti all'applicazione della presente legge i seguenti impianti relativi agli edifici adibiti ad uso civile*:

a) gli impianti di...............distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore;

b) gli impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere, le antenne e gli impianti di protezione da scariche atmosferiche;

f) gli impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;

g) gli impianti di protezione antincendio.

Tra gli impianti elettronici sono compresi gli impianti antintrusione e simili, gli impianti d'allarme, i cancelli motorizzati con telecomando, gli impianti di accensione programmata, i videocitofoni e, in generale, tutti quegli impianti comprendenti circuiti elettronici.
Il comma 2, relativo agli impianti industriali, recita:
"*sono altresì soggetti all'applicazione della presente legge gli impianti, di cui al comma 1 lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi.*"

Abilitazione installatori

art. 2 - l'esercizio delle l'attività di cui al precedente articolo è concesso soltanto ad installatori abilitati ed in "*possesso dei requisiti tecnico-professionali*" che possono essere posseduti dall'imprenditore oppure da un "*responsabile tecnico*". L'organismo deputato a rilasciare l'abilitazione è la Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura (CCIAA).

art. 3 - sono specificati i requisiti tecnico-professionali di cui all'articolo precedente.

art. 6 - per gli impianti di cui alle lettere a), b) e g) di cui all'articolo 1, se al di sopra di certi "*limiti dimensionali*" è "*obbligatoria la redazione del progetto*". Nell'articolo è indicato dove depositare il progetto.

art. 7 - comma 1 - gli impianti devono essere eseguiti a regola d'arte; infatti "*le imprese installatrici sono tenute ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte. I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte.*"

art. 7 - comma 2 - si fornisce una norma tecnica di dettaglio: "*in particolare gli impianti elettrici devono essere dotati di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti*". Va evidenziato anzitutto che le protezioni contro i contatti indiretti (mediante l'impiego di un interruttore automatico magnetotermico coordinato con la resistenza dell'impianto di terra) sono abbandonati da tempo, soprattutto negli impianti tipo TT, a favore degli interruttori differenziali. Il legislatore ha voluto far rimarcare

come l'impianto di terra e l'interruttore differenziale siano fondamentali per la sicurezza delle persone: in un'ipotetica classifica avente l'unico scopo di chiarire il concetto sull'importanza dei dispositivi di sicurezza in un impianto elettrico, essi sarebbero certamente al primo posto.

art. 7 - comma 3 - viene indicato un termine temporale per adeguare gli impianti esistenti alla data di entrata in vigore della legge 46/90 (13 marzo 1990), ormai di scarso interesse visto che esso è scaduto il 31 dicembre 1998 (ad esclusione degli edifici ad uso scolastico per i quali la scadenza è il 31 dicembre 1999) e non è stato più prorogato (vedasi anche l'art. 5, comma 8 del Regolamento di cui più avanti).

Rilascio dichiarazione di conformità

art. 9 - viene istituita la dichiarazione di conformità: "*al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 7*". Come si vede, la dichiarazione di conformità è obbligatoria e non facoltativa; di essa ci occuperemo nel capitolo 5.

art. 10 - "*il committente o il proprietario è tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1 ad imprese abilitate ai sensi dell'articolo 2*". Questo articolo riguarda soltanto il committente o il proprietario e mira, evidentemente, a colpire il cosiddetto "lavoro nero". Quando l'installatore vede che il committente (o il proprietario) ignora tale articolo, potrebbe essere opportuno segnalare la cosa alla competente autorità, magari con l'aiuto di un'associazione di categoria. Soltanto così si salvaguarda l'intera categoria degli installatori;

art. 11 - "*il sindaco rilascia il certificato di abitabilità............dopo aver acquisito anche la dichiarazione di conformità.............degli impianti installati*". La dichiarazione di conformità serve al committente per ottenere l'abitabilità; il fatto che alcuni comuni ignorino questa norma e concedano l'abitabilità in assenza della dichiarazione di conformità, non è un buon motivo per disattendere l'articolo 9.

art. 12 - comma 1 - si enuncia che la manutenzione ordinaria è esclusa "*dagli obblighi della redazione del progetto...........nonché dell'obbligo di cui all'articolo 10*" ossia non è necessario che la manutenzione ordinaria venga affidata ad un installatore abilitato, in altri termini chiunque può fare la manutenzione ordinaria di un impianto elettrico, purché (lo suggeri-

sce il buon senso) si tratti di persona competente, esperta e dotata della necessaria attrezzatura. A questo punto è utile definire cosa si intenda per "manutenzione ordinaria": è quella manutenzione che non modifica le caratteristiche di un impianto e consiste, in pratica, nella sostituzione di componenti guasti od obsoleti con altri aventi le caratteristiche equivalenti di quelli originari, non necessariamente della medesima marca. Ad esempio la sostituzione di una presa elettrica da 10 A guasta con un'altra presa da 10 A, anche se di marca diversa, è una manutenzione ordinaria; se, al contrario, si coglie l'occasione per sostituire la presa da 10 A guasta con una presa da 16 A, ossia con una presa di caratteristiche maggiori, questa è una manutenzione straordinaria, soggetta quindi a tutte le incombenze previste dalla legge 46/90. Per un maggior approfondimento si rimanda alla Guida CEI 0-3, "Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati".

art. 12 - comma 2 - viene specificato che sono esclusi dall'obbligo del progetto gli impianti elettrici per i quali viene richiesta la "*fornitura provvisoria di energia elettrica*", vale a dire gli "*impianti di cantiere e similari, fermo restando l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità di cui all'articolo 9*".

art. 13 - vengono fissate norme relative al deposito presso il comune del progetto e della dichiarazione di conformità nel caso di edifici per i quali è già stato rilasciato il certificato di abitabilità e nel caso di rifacimento parziale di impianti.

art. 16 - contiene le sanzioni (di tipo amministrativo o disciplinare) e rinvia al regolamento.

D.P.R. 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90):

DPR 447/91

art. 1 - comma 3 - si precisa che "*per impianti di utilizzazione dell'energia elettrica si intendono i circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina con esclusione degli equipaggiamenti elettrici delle macchine, degli utensili, degli apparecchi elettrici in genere*". In altri termini, l'impianto utilizzatore soggetto alle norme della legge 46/90 è quello a valle del contatore fino alle prese a spina e fino agli attacchi degli apparecchi non a spina: per esempio l'impianto arriva fino agli attacchi per i lampadari, questi ultimi esclusi. Si precisa anche che "*nell'ambito degli impianti elettrici rientrano anche quelli posti all'esterno di edifici se gli stessi sono collegati ad impianti elettrici posti all'interno*". Ad

esempio un impianto di illuminazione di un giardino derivato dall'impianto dell'abitazione (ossia alimentato dallo stesso contatore) ricade nelle norme della legge 46/90, mentre se fosse separato dagli altri impianti e alimentato da un proprio contatore non vi sarebbe soggetto.

art. 4 - comma 1 - si precisano i limiti dimensionali sopra i quali è obbligatorio il progetto; tali limiti sono:

Limiti dimensionali al di sopra dei quali è obbligatorio il progetto

- impianti elettrici di singole unità immobiliari abitative aventi superficie superiore a 400 m^2. Come si calcola questa superficie? In assenza di precisazioni legislative, i più ritengono che debba intendersi la superficie netta (o "scopabile") e che da essa siano escluse le aree esterne (giardino, porticato, posto macchina e simili) e le zone non abitabili (sottotetto, sottoscala e simili), mentre vi sono inclusi il box, la cantina, la lavanderia ed altri simili locali se il loro impianto elettrico è alimentato dallo stesso contatore dell'abitazione;

Impianti elettrici per servizi comuni condominiali

- impianti elettrici per i servizi comuni condominiali aventi potenza impegnata (ossia la potenza che figura o che figurerà sul contratto con la società elettrica distributrice) superiore a 6 kW; se le utenze condominiali con proprio contatore sono più di una (ad esempio un'utenza per la centrale termica ed un'utenza per tutte le altre utilizzazioni), il limite di 6 kW si intende riferito ad ognuna di esse singolarmente presa e non alla somma delle potenze delle singole utenze;

Impianti elettrici di singole unità immobiliari con potenza impegnata uguale o superiore a 1,5 kW

- impianti elettrici di singole unità immobiliari con potenza impegnata uguale o superiore a 1,5 kW se dette unità sono provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, di locali adibiti ad uso medico o di locali con pericolo di esplosione o di maggior rischio elettrico. Ad esempio se in un appartamento, situato in un palazzo condominiale, è anche previsto lo studio di un dentista o di un veterinario, tutto l'appartamento ricade nell'obbligo della progettazione dell'impianto elettrico; se in una villetta monofamiliare viene installata una centrale termica a gas con potenzialità superiore a 34,8 kW (30.000 kcal/h), scatta l'obbligo del progetto dell'impianto elettrico; analogo obbligo per una casetta di montagna (chalet) con strutture portanti in legno (maggior rischio d'incendio);

Impianti elettrici per servizi comuni con potenza superiore a 1,5 kW

- impianti elettrici per i servizi comuni condominiali aventi potenza impegnata superiore a 1,5 kW se sono presenti ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, o locali con pericolo di esplosione o di maggior rischio in caso di incendio, ossia se:
  - la centrale termica è a gas con potenzialità superiore a 34,8 kW (30.000 kcal/h),
  - la centrale termica è a gasolio con classe del comparti-

mento superiore a 30,

- l'autorimessa condominiale comune (non la somma dei singoli box) ha una capacità di parcamento superiore a 9 autoveicoli,
- sono presenti più di 9 box che non si affacciano su uno spazio a cielo aperto,
- l'edificio ha un'altezza in gronda superiore a 24 m;

- impianti radiotelevisivi (per la sola parte a tensione di rete) ed impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici aventi l'obbligo della progettazione. Ad esempio, la parte elettrica del circuito d'antenna TV e/o l'impianto antintrusione e/o altri simili impianti a corredo di un appartamento con superficie superiore a 400 m^2, sono soggetti all'obbligo della progettazione;
- impianti di protezione contro le scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m^3 dotati di locali adibiti ad uso medico o di locali con pericolo di esplosione o di maggior rischio elettrico;
- impianti di protezione contro le scariche atmosferiche in edifici con volume superiore a 200 m^3 e con altezza superiore a 5 m.

art. 4 - comma 2 - si precisa che " *i progetti debbono contenere gli schemi dell'impianto e i disegni planimetrici, nonché una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia dell'installazione, della trasformazione o dell'ampliamento dell'impianto stesso, con particolare riguardo all'individuazione dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare. Si considerano redatti secondo la buona tecnica professionale i progetti elaborati in conformità alle indicazioni delle guide dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del CEI*" (vedi in particolare la Guida CEI 0-2, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"). Quindi, come i tecnici coscienziosi vanno ripetendo da anni, un progetto privo di schemi elettrici, funzionale e planimetrico, e di relazione tecnica "non è un progetto", ma un'altra cosa.

art. 4 - comma 3 - se il progetto subisce varianti in corso d'opera, naturalmente il progetto originario "*dev'essere integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante tali varianti in corso d'opera, alle quali, oltre che al progetto, l'installatore deve fare riferimento nella sua dichiarazione di conformità*". A questo punto ci si può porre il seguente quesito: le modifiche, le trasformazioni, gli ampliamenti degli impianti sono soggetti a progetto? La risposta è senz'altro affermativa se l'impianto originario oggetto di modifica, trasformazione o

ampliamento era soggetto ad obbligo di progettazione. La risposta è ancora affermativa quando siamo in presenza di una modifica della destinazione d'uso dei locali che comporta l'obbligo del progetto.

art. 5 - comma 1 - si ribadisce che "*i materiali e componenti costruiti secondo le norme tecniche per la salvaguardia della sicurezza dell'UNI e del CEI, nonché nel rispetto della legislazione tecnica vigente in materia di sicurezza, si considerano costruiti a regola d'arte*".

art. 5 - comma 2 - si specifica che "*si intendono altresì costruiti a regola d'arte i materiali ed i componenti elettrici dotati di certificati o attestati di conformità alle norme armonizzate..........o dotati altresì di marchi...........*". In altri termini è necessario che l'installatore acquisti soltanto materiale provvisto della marcatura CE oppure (per quei componenti esentati dalla marcatura CE come, ad esempio, le prese per uso domestico) materiale munito di certificato o attestato di conformità o del marchio di qualità IMQ.

art. 5 - comma 3 - si ribadisce quanto già detto nell'articolo 7 della legge 46/90, cioè che "*gli impianti realizzati in conformità delle norme tecniche dell'UNI e del CEI, nonché alla legislazione tecnica vigente si intendono costruiti a regola d'arte*".

art. 5 - comma 4 - si precisa che l'installatore, qualora non segua le norme UNI e CEI ma altre norme tecniche, deve citare dette norme nella dichiarazione di conformità.

art. 5 - comma 8 - si forniscono indicazioni sull'adeguamento degli impianti elettrici esistenti alla data di entrata in vigore della legge, cioè che "*per l'adeguamento degli impianti già realizzati alla data di entrata in vigore della legge è consentita una suddivisione dei lavori in fasi operative purché l'adeguamento complessivo avvenga comunque nel triennio previsto dalla legge, vengano rispettati i principi di progettazione obbligatoria con riferimento alla globalità dei lavori e venga rilasciata per ciascuna fase la dichiarazione di conformità che ne attesti l'autonoma funzionalità e la sicurezza. Si considerano comunque adeguati gli impianti elettrici preesistenti che presentino i seguenti requisiti: sezionamento e protezione contro le sovracorrenti, posti all'origine dell'impianto, protezione contro i contatti diretti, protezione contro i contatti indiretti o protezione con interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA*".

art. 8 - comma 2 - si precisa cos'è la manutenzione ordinaria (vedasi il commento all'articolo 12, comma 1 della legge 46/90).

art. 9 - comma 4 - "*all'atto della costruzione o ristrutturazione dell'edificio..........il committente o il proprietario affiggono ben visibile un cartello che, oltre ad indicare gli estremi della concessione edilizia ed informazioni relative alla parte edile, deve riportare il nome dell'installatore dell'impianto o degli impianti e, qualora sia previsto il progetto, il nome del progettista dell'impianto o degli impianti*". Si tratta del cosiddetto "cartello di cantiere"; è bene che l'installatore verifichi che in esso sia contenuto quanto sopra richiesto (è anche una forma gratuita di pubblicità).

art. 10 - contiene le sanzioni.

In *Appendice A* è possibile trovare un elenco delle principali disposizioni di legge del settore elettrico (Tab. A1) e sulla sicurezza e salute dei lavoratori (Tab. A2).

13.2. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Al termine dei lavori è rilasciata dall'installatore

La *dichiarazione di conformità* è il documento che l'installatore è obbligato a rilasciare al committente al termine della realizzazione dell'impianto elettrico. La dichiarazione di conformità dev'essere compilata sullo stampato, di cui allo schema ministeriale allegato (fig. 13.2/1), acquistabile nelle cartolerie specializzate; naturalmente l'installatore può anche redigere da sé tale stampato purché in tutto uguale al predetto schema ministeriale. La dichiarazione dev'essere datata, timbrata e firmata dal titolare o da un legale rappresentante dell'impresa installatrice e sottoscritta anche dal tecnico responsabile della medesima impresa (vedi le fig. 13.2/2 e 13.2/3 che forniscono due esempi di redazione della dichiarazione di conformità).

Per più unità si hanno tante dichiarazioni quante sono le unità abitative e una per le parti comuni

In un palazzo condominiale o in un complesso residenziale con più unità immobiliari devono essere redatte tante dichiarazioni di conformità quante sono le unità immobiliari; inoltre dev'essere redatta la dichiarazione di conformità anche per i servizi comuni, se esistenti, e per la portineria, se esistente. Facciamo alcuni esempi:

- palazzo condominiale con 40 appartamenti ed i servizi comuni: 40 dichiarazioni di conformità (una per ognuno degli appartamenti) ed una dichiarazione di conformità per i servizi comuni;
- complesso condominiale costituito da più palazzine con un totale di 120 appartamenti, una portineria e due gruppi di servizi comuni: 120 dichiarazioni di conformità (una per ognuno dei 120 appartamenti), una dichiarazione di conformità per la portineria e due dichiarazioni di conformità per i servizi comuni (una per ognuno dei due servizi);
- villetta monofamiliare: una dichiarazione di conformità;

- una villetta bifamiliare senza servizi comuni: due dichiarazioni di conformità (una per ognuna delle due unità immobiliari);
- una villetta trifamiliare con servizi comuni: tre dichiarazioni di conformità (una per ognuna delle tre unità immobiliari) ed una dichiarazione di conformità per i servizi comuni.

Si ha una dichiarazione per punto di consegna energia

In pratica, come si evince dagli esempi sopra riportati, è necessaria una dichiarazione di conformità per ogni punto di consegna dell'energia elettrica; questa è anche la regola da seguire nei casi incerti o fuori dell'ordinario. Si evince pure che il numero di dichiarazioni di conformità da redigere è indipendente dal numero di proprietari: ad esempio tre appartamenti, anche contigui, acquistati dal medesimo proprietario richiedono tre dichiarazioni di conformità. Naturalmente ogni dichiarazione di conformità dev'essere completa di tutti i suoi allegati, datata, timbrata, firmata e sottoscritta come detto più sopra. Tutto quanto detto finora a proposito del numero di dichiarazioni di conformità è ciò che si evince dalla lettura del comma 3 dell'articolo 9 del D.P.R. 6/12/1991 n° 447 ("*i soggetti direttamente obbligati ad ottemperare a quanto previsto dalla legge devono conservare tutta la documentazione amministrativa e tecnica e consegnarla all'avente causa in caso di trasferimento dell'immobile a qualsiasi titolo, nonché devono darne copia alla persona che utilizza i locali*"). Tuttavia nel caso di unità immobiliari identiche, il CEI ammette (come indicato nella nota 2 del punto 4.4 della guida CEI 0-3) che l'installatore rilasci una sola dichiarazione di conformità per tali unità immobiliari; anticipando quanto detto più avanti, essa dev'essere consegnata al committente.

Dichiarazione di conformità in 4 copie

La dichiarazione di conformità dev'essere redatta in *4 copie* che l'installatore deve inviare secondo lo schema di fig. 13.2/4 a:

- una copia al committente per i suoi atti;
- una copia al committente nel caso che per il fabbricato si debba richiedere l'abitabilità (copia che il committente utilizzerà per allegarla a tale richiesta) oppure al Comune nel caso che il fabbricato abbia già l'abitabilità (solo per impianti nuovi);
- una copia alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato ed Agricoltura della Provincia in cui ha sede l'impresa installatrice;
- una copia per gli atti dell'impresa installatrice.

Come appena detto, una copia (o due copie se occorre l'abitabilità) dev'essere consegnata al committente. Per quanto riguarda le unità abitative (appartamenti, villette monofamiliari e simili), il committente è il proprietario dell'unità; capita sovente che, nei palazzi condominiali, alcuni appartamenti, al termine dei lavori, siano ancora invenduti: in tal caso le dichiarazioni di conformità vanno consegnate al committente il quale è tenuto a consegnarle a sua volta ai futuri acquirenti degli appartamenti.

Per quanto riguarda i servizi comuni e le portinerie, le dichiarazioni vanno consegnate all'amministratore del condomino, se già individuato, o al costruttore impegnandolo, al pari di quanto sopra detto, a consegnarle al futuro amministratore di condominio.

Oltre alla dichiarazione vanno allegati anche altri documenti tipo:

Alle dichiarazioni di conformità inviate al committente devono essere allegati obbligatoriamente alcuni *documenti*, barrando le corrispondenti caselle dello stampato. Tali documenti sono:

- il *progetto* dell'impianto redatto da un professionista (ingegnere, perito in elettronica industriale, in elettrotecnica, in energia nucleare, in fisica industriale, in informatica o in telecomunicazioni) iscritto al proprio albo professionale; naturalmente il progetto dev'essere allegato soltanto nel caso che il progetto sia obbligatorio;
- la *relazione con la tipologia dei materiali utilizzati*, ossia l'elenco dei materiali utilizzati con l'indicazione delle loro principali caratteristiche e con un riferimento allo schema di cui al punto successivo;
- lo *schema dell'impianto realizzato*; è costituito da una semplice descrizione dell'impianto realizzato che può essere corredata da schemi quali quello funzionale e quello topografico oppure può essere sostituito da un semplice riferimento al progetto ove questo esista;
- il *riferimento a precedenti dichiarazioni di conformità* se esistenti (in pratica tale evenienza si verifica negli ampliamenti e nelle manutenzioni straordinarie): consiste in un documento che riporta le indicazioni delle precedenti dichiarazioni di conformità;
- la copia del *certificato (in copia) di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali*.

Grado di dettaglio dei documenti allegati

Vale la pena a questo punto ribadire un concetto già emerso più di una volta nel corso di numerosi convegni e, a nostro avviso, di fondamentale importanza per la futura tranquillità dell'installatore. Come detto sopra, alla dichiarazione di conformità inviata al committente devono essere allegati la relazione con la tipologia dei materiali utilizzati e lo schema elettrico. Quale grado di dettaglio devono avere questi documenti allegati? Alcuni installatori, timorosi di future responsabilità in caso di incidente, sono convinti che più generici, vaghi e poco particolareggiati sono tali documenti, meglio riuscirebbero a cavarsela davanti ad un incidente (folgorazione di una persona, incendio, ecc.). Ciò è un errore. Tralasciando le considerazioni, pur importanti, sulla qualità dei documenti prodotti, proprio nell'interesse dell'installatore è quanto mai opportuno che essi siano il più possibile dettagliati e ricchi di informazioni. Vediamo il perché. Si faccia l'ipotesi che un installatore presenti una relazione molto succinta (ad esempio citando soltanto che ha posato "tre interruttori automatici

magnetotermici” senza precisare di quali caratteristiche né dove sono posati né come individuarli nello schema elettrico) ed uno schema elettrico generico. Si faccia inoltre l’ipotesi che il proprietario dell’appartamento modifichi in seguito l’impianto aggiungendovi un quarto interruttore e che proprio questo, dopo qualche mese, sia la causa di un incendio. Come farà l’installatore a dimostrare che tale interruttore non l’ha posato lui? Se la relazione e lo schema elettrico fossero stati dettagliati, ciò invece gli sarebbe facile e gli eviterebbe una responsabilità che non ha.
Si ricorda che la Guida CEI prevede che si faccia riferimento unicamente alla “regola d’arte” ed alle normative di prodotto, consigliando ad ogni modo di fornire informazioni più dettagliate.
Diamo, quindi, nelle pagine seguenti un esempio di DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ e delle sue modalità di compilazione.
Ricordiamo, inoltre, che il modello qui riportato è acquistabile nei negozi specializzati ma l’installatore può realizzarne una copia personale, attenendosi però al suddetto campione.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE

Art. 9 della Legge N° 46 del 5 Marzo 1990

Il sottoscritto ______________________________

titolare o legale rappresentante dell'impresa (ragione sociale) ______________ con sede in Via ______________

operante del settore ______________________________

______________ n° ______________ Comune ______________ (Prov.) ______________ Tel. ______________

part. IVA ______________________________

☐ iscritta al registro delle ditte (R.D. 20.9.1934 n° 2001)
della Camera C.I.A.A di ______________________________ n° ______________

☐ iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8.8.1995 n° 433) di ________ n° ______________

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica) ______________________________

____

inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento ☐ manutenzione straordinaria

☐ altro (1) ______________________________

Nota: *Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas distribuito: canalizzato della 1ª, 2ª, 3ª famiglia: GPL da recipienti mobili, GPL da serbatoio fisso.*

commissionato da: ______________________________ , installato nei locali siti nel Comune di ______________

______________ (prov.) ______________ via ______________________________ n° ______________

scala ________ piano ________ interno ________ di proprietà (nome, cognome, o ragione sociale e indirizzo) ______________

____

in edificio ad uso: ☐ industriale ☐ civile (2) ☐ commercio ☐ altri usi

DICHIARA

sotto la propria responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 7 della legge n° 46/90, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, **avendo in particolare:**

☐ rispettato il progetto (per impianti con obbligo di progetto ai sensi dell'art. 6 della legge n° 46/1990);

☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego (3) ______________________________

____

☐ installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione, art. 7 legge n° 46/1990

☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati obbligatori:

☐ progetto (solo per impianto con obbligo di progetto) (4);

☐ relazione con tipologie dei materiali utilizzati (5);

☐ schema di impianto realizzato (6);

☐ riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti (7);

☐ copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

Allegati facoltativi (8):

____

____

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi, ovvero da carenza di manutenzione o riparazione.

Data ____________ Il Responsabile Tecnico ______________ Il Dichiarante ______________________________
(timbro e firma)

Avvertenze per il committente: responsabilità del committente o del proprietario: legge n° 46 1990, art. 10 (9).

Nota La legenda al modello di dichiarazione di conformità è riportata nell'Appendice A.

Fig.13.2/1 Modello di dichiarazione di conformità (secondo lo schema ministeriale)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ
DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE

Art. 9 della Legge N° 46 del 5 Marzo 1990

Il sottoscritto Mario Rossi

titolare o legale rappresentante dell'impresa (ragione sociale) WWWKKK con sede in Via Dante

operante del settore Impianti elettrici

n° 4444 Comune Milano (Prov.) Mi Tel. 0212345678

part. IVA 001122334455

[X] iscritta al registro delle ditte (R.D. 20.9.1934 n° 2001) della Camera C.I.A.A di Milano n° 112233

[ ] iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8.8.1995 n° 433) di ______ n° ______

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica) Elettrico- B.T. unità immobiliare abitativa

inteso come: [X] nuovo impianto [ ] trasformazione [ ] ampliamento [ ] manutenzione straordinaria

[ ] altro (1) ______

Nota: *Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas distribuito: canalizzato della 1ª, 2ª, 3ª famiglia: GPL da recipienti mobili, GPL da serbatoio fisso.*

commissionato da: Gino Bianchi, installato nei locali siti nel Comune di Milano

(prov.) MI via Sismondi n° 238

scala D piano 1° interno 20 di proprietà (nome, cognome, o ragione sociale e indirizzo)

Alfredo Borri - viale Monza 68/2 - Milano

in edificio ad uso: [ ] industriale [X] civile (2) [ ] commercio [ ] altri usi

DICHIARA

sotto la propria responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 7 della legge n° 46/90, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, avendo in particolare:

[X] rispettato il progetto (per impianti con obbligo di progetto ai sensi dell'art. 6 della legge n° 46/1990);

[X] seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego (3) CEI 64-8 - terza edizione

[X] installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione, art. 7 legge n° 46/1990

[X] controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati obbligatori:

[ ] progetto (solo per impianto con obbligo di progetto) (4);

[X] relazione con tipologie dei materiali utilizzati (5);

[ ] schema di impianto realizzato (6);

[ ] riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti (7);

[X] copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

Allegati facoltativi (8):

______

______

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi, ovvero da carenza di manutenzione o riparazione.

Data 22/07/96 Il Responsabile Tecnico Bianchi Dario Il Dichiarante (timbro e firma) Mario Rossi

Avvertenze per il committente: responsabilità del committente o del proprietario: legge n° 46 1990, art. 10 (9).

Nota *La legenda al modello di dichiarazione di conformità è riportata nell'Appendice A.*

Fig.13.2/2 Esempio di dichiarazione di conformità per realizzazione di un nuovo impianto elettrico in unità immobiliare abitativa

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA DELL'ARTE

Art. 9 della Legge N° 46 del 5 Marzo 1990

Il sottoscritto Mario Rossi

titolare o legale rappresentante dell'impresa (ragione sociale) WWWKKK con sede in Via Dante

operante del settore Impianti elettrici

n° 4444 Comune Milano (Prov.) Mi Tel. 0212345678

part. IVA 001122334455

[X] iscritta al registro delle ditte (R.D. 20.9.1934 n° 2001) della Camera C.I.A.A di Milano n° 112233

[ ] iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8.8.1995 n° 433) di ______ n° ______

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica) Elettrico- installazione interruttore differenziale

inteso come: [ ] nuovo impianto [ ] trasformazione [ ] ampliamento [ ] manutenzione straordinaria

[X] altro (1) Art. 5, comma 8 del DPR 447/91

Nota: *Per gli impianti a gas specificare il tipo di gas distribuito: canalizzato della 1ª, 2ª, 3ª famiglia: GPL da recipienti mobili, GPL da serbatoio fisso.*

commissionato da: Gino Bianchi, installato nei locali siti nel Comune di Milano (prov.) Mi via Sismondi n° 228

scala A piano 3° interno 2 di proprietà (nome, cognome, o ragione sociale e indirizzo) Dario Caio - via Cecina 230 - Milano

in edificio ad uso: [ ] industriale [X] civile (2) [ ] commercio [ ] altri usi

DICHIARA

sotto la propria responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte, secondo quanto previsto dall'art. 7 della legge n° 46/90, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, avendo in particolare:

[ ] rispettato il progetto (per impianti con obbligo di progetto ai sensi dell'art. 6 della legge n° 46/1990);

[X] seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego (3) CEI 64-8 - art.5 - comma 8 - DPR 447/91

[X] installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione, art. 7 legge n° 46/1990

[X] controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati obbligatori:

[ ] progetto (solo per impianto con obbligo di progetto) (4);

[X] relazione con tipologie dei materiali utilizzati (5);

[X] schema di impianto realizzato (6);

[ ] riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti (7);

[X] copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

Allegati facoltativi (8):

______

______

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi, ovvero da carenza di manutenzione o riparazione.

Data 22/07/94 Il Responsabile Tecnico Bianchi Dario Il Dichiarante (timbro e firma) Mario Rossi

Avvertenze per il committente: responsabilità del committente o del proprietario: legge n° 46 1990, art. 10 (9).

Nota *La legenda al modello di dichiarazione di conformità è riportata nell'Appendice A.*

Fig.13.2/3 Esempio di dichiarazione di conformità per adeguamento impianto preesistente - installazione interruttore differenziale

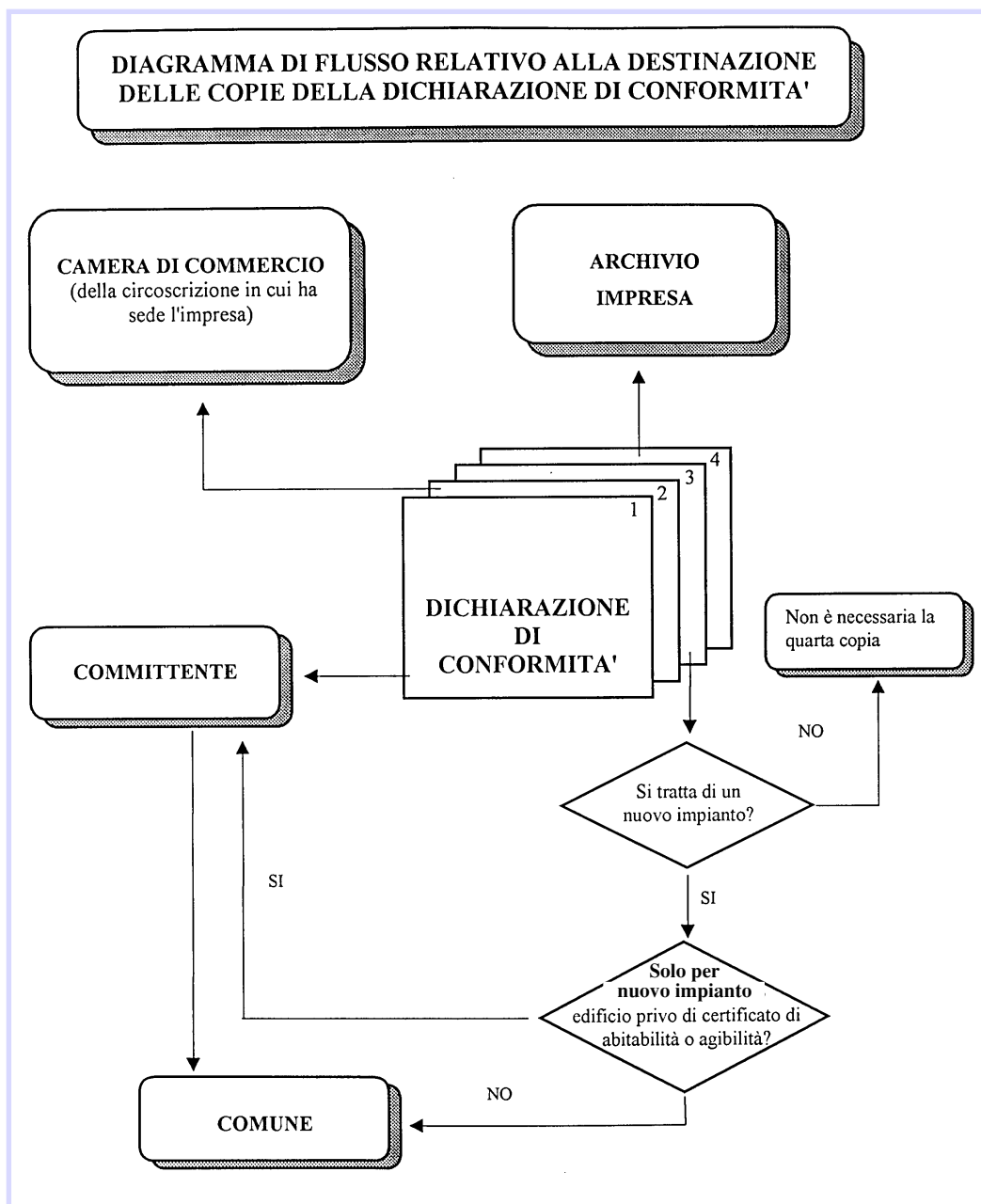



Fig.13.2/4 Diagramma di flusso relativo alla destinazione delle dichiarazioni di conformità

Capitolo 14

Normazione

14. Normazione

14.1. Enti di normazione

La definizione "armonizzata" in campo europeo di "Norma" può essere un buon punto di partenza per illustrare l'attività di un Ente di normazione, i suoi scopi e i suoi legami con le Associazioni italiane, europee ed internazionali.
Per norma si intende *una specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto ed abilitato ad emanare atti di normalizzazione la cui osservanza non sia obbligatoria. Essa è elaborata con il contributo di tutti gli operatori interessati, pubblici e privati ed approvata con il consenso degli stessi.*

Funzione assolta dalle norme

Questo concorso è garanzia della più completa obiettività e di rispondenza allo stato dell'arte di un determinato settore. Due sono le funzioni assolte dalle norme:

1. regolare in modo univoco i rapporti commerciali, facilitando la stesura di contratti ed eliminando eventuali controversie;
2. realizzare impianti e macchine tecnicamente corretti.

Questa premessa consente di presentare il CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, come l'organismo che si occupa della normazione e della unificazione nel settore elettrico, elettronico e delle telecomunicazioni.

Il CEI per prodotti ed impianti elettrici ed elettronici

Il CEI è l'Ente riconosciuto dallo Stato italiano e dalla Comunità Europea, che opera dal 1909 con lo scopo di stabilire i requisiti che devono presentare macchine, materiali, apparecchiature e impianti elettrici ed elettronici, perché rispondano alle regole della buona tecnica (o regola dell'arte).
La Legge italiana n.186 del 1 marzo 1968 ne riconosce l'autorità stabilendo che "i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici ed elettronici, realizzati secondo le norme del CEI si considerano a regola d'arte". La Legge 46 del marzo 1990 sulla sicurezza degli impianti, sancisce che seguire le norme del CEI autorizza a presumere di aver rispettato i dettami della buona tecnica.

L'attività normativa del CEI è sviluppata da Comitati Tecnici di settore (aventi in pratica specifiche competenze) ai cui lavori partecipano esperti provenienti da Ministeri, Enti pubblici, Enti a partecipazione statale, Università, Laboratori di ricerca, Industrie costruttrici e utilizzatrici, Associazioni di categorie. Queste figure rappresentano i Soci del CEI.
I Comitati tecnici sono pertanto da considerare la struttura portante di tutta l'attività del CEI.

14.1.1. Le finalità del CEI

Funzione del CEI

Il CEI è un Associazione culturale a carattere tecnico e scientifico le cui principali finalità sono:

- elaborare, pubblicare e diffondere le norme tecniche del settore elettrico ed elettronico;
- definire i metodi di prova, le caratteristiche, le condizioni di sicurezza, di affidabilità e qualità per garantire la rispondenza alla regola dell'arte;
- promuovere attività culturali, con studi e ricerche per favorire iniziative pre-normative in grado di seguire lo sviluppo tecnologico;
- partecipare all'attività degli analoghi Enti europei ed internazionali;
- favorire l'attività di certificazione;
- fornire un supporto per la corretta utilizzazione ed interpretazione delle norme tecniche (risposte a quesiti, fogli di interpretazione ufficiali, guide di applicazione);
- promuovere e sviluppare azioni di formazione e comunicazione nel settore della normativa tecnica, con attività documentali ed editoriali complementari a quelle proprie delle norme e delle guide tecniche, con convegni, seminari, corsi di aggiornamento ed iniziative volte ad interpretare i contenuti normativi;
- stimolare la cultura e la ricerca anche in ambito accademico, su temi legati alla normativa tecnica e alla certificazione di qualità nei campi dell'elettrotecnica, dell'elettronica e delle telecomunicazioni, a livello nazionale, comunitario ed internazionale.

14.1.2. Norme CEI e giurisprudenza

Collegamento tra norme CEI e giurisprudenza

I riconoscimenti legislativi attinenti alle Norme CEI, dove queste vengano citate come strumento per operare secondo la regola dell'arte, offrono due importanti ragioni di interesse per gli utilizzatori delle stesse:

a) conformità di rispondenza alla regola dell'arte quando si operi nella loro osservanza;

b) certezza che, in un'eventuale fase giudiziale, non sia necessaria la prova di aver operato secondo la regola dell'arte, ma più semplicemente aver operato in conformità alle Norme CEI, comprese quelle sperimentali.

Leggi che regolano il settore elettrico

Il settore elettrico, per quanto attiene l'attività del CEI , è regolato da alcune leggi, tra le quali citiamo:

- Legge 1 marzo 1968, n. 186;
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 e successive integrazioni;
- Legge 5 marzo 1990, n. 46;
- D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447;
- Decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626.

14.1.3. Il CEI e gli Enti internazionali

Enti internazionali specializzati

Il CEI è rappresentante italiano nei principali organismi di normazione internazionali: IEC, CENELEC, IECQ, IECEE, CIGRE, e tramite il CONCIT, partecipa all'attività dell'ETSI che è l'Ente Normatore Europeo nel settore delle telecomunicazioni.
Allarghiamo ora l'orizzonte verso confini più allargati e parliamo di Europa, o meglio di Ente normatore europeo: il CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica).

14.1.4. CENELEC

CENELEC in Europa

È un'Organizzazione tecnica (istituita dopo intermedie associazioni nel 1972) composta dai Comitati nazionali di 19 Paesi Europei più 11 Paesi cosiddetti "affiliati" appartenenti, in particolare, all'aerea dell'Est europeo: affiliati significa essere partecipi come osservatori ai lavori del CENELEC ed in procinto di diventare in seguito Membri effettivi. Il CENELEC è incaricato di preparare normative riguardanti il settore elettrotecnico ed elettronico che facilitino e rendano possibile lo scambio di mezzi e servizi.
L'obiettivo primario è quello di creare un corpo unico di norme europee necessarie per il mercato europeo al fine di garantire, tra le altre caratteristiche senz'altro la più importante, la sicurezza. Quest'ultimo aspetto è diventato particolarmente significativo dopo che la Commissione Europea ha adottato nelle sue Direttive il principio del riferimento alle norme comuni ovvero il principio "del Nuovo Approccio".
I principi su cui si basa il "Nuovo Approccio" sono:

- armonizzazione legislativa con l'approvazione dei principi essenziali di sicurezza a cui deve rispondere un prodotto;
- agli Enti normatori spetta il compito di elaborare le specifiche tecniche di riferimento per soddisfare i principi generali di sicurezza;
- le autorità nazionali hanno l'obbligo di riconoscere che i pro-

dotti realizzati in accordo con le norme armonizzate hanno la presunzione di essere conformi ai requisiti essenziali riportati nelle direttive.

Al di là del CENELEC esiste a livello mondiale un Ente internazionale, l'IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale).

14.1.5. IEC

IEC nel mondo

L'IEC, fondato nel 1906 è l'organizzazione internazionale che prepara e pubblica norme internazionali per tutto il settore elettrotecnico ed elettronico e le relative tecnologie. Essa ha lo scopo di promuovere attraverso i suoi Paesi aderenti (più di 50 Paesi) la cooperazione internazionale su tutti gli aspetti della normalizzazione elettrotecnica ed elettronica.

Le norme IEC si prefiggono di:

- raggiungere l'obiettivo dell'efficienza del mercato globale;
- raggiungere e migliorare la qualità dei prodotti e servizi coperti dalle norme;
- stabilire le condizioni per l'interoperabilità di sistemi complessi;
- aumentare l'efficienza dei processi industriali;
- contribuire ad aumentare il livello di sicurezza e di salute dell'umanità e di protezione dell'ambiente.

Il mondo normativo non è ovviamente solo rappresentato dal settore elettrico ed elettronico; esso è soltanto una parte, sia pure significativa, dell'aria tecnica e tecnologica; esistono infatti tutti gli altri settori tecnologici per i quali l'attività normativa è svolta dall'UNI.

14.1.6. UNI

La normazione nei confronti dei settori non elettrici

L'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, è un'Associazione composta da 14 Enti federati che operano nei settori diversi da quello elettrico ed elettronico, con lo scopo di elaborare e pubblicare progetti e norme tecniche, promuovere studi, pubblicazioni, ricerche che interessano la normazione tecnica.
Esso mantiene rapporti di collaborazione con gli organismi internazionali ed europei di normazione tecnica nonché con analoghi Enti di altri Paesi.
Come il CEI, l'UNI sviluppa la propria attività principale partecipando attivamente allo sviluppo della normativa tecnica in ambito ISO (International Organization for Standardization) e CEN (European Committee for Standardization). ISO e CEN hanno lo stesso compito della IEC e del CENELEC.
Analogamente al CEI, l'UNI è suddiviso in Commissioni Tecniche competenti per specifici settori tra cui segnaliamo, per lo scopo di questo manuale, la Commissione "Apparecchi di sollevamen-

to" e "Protezione attiva contro gli incendi". Tra gli Enti federati una segnalazione è doverosa farla per il CIG "Comitato Italiano Gas" Ente normatore competente a preparare le importanti norme sulla sicurezza degli impianti a gas.
Infine l'UNI e il CEI collaborano nell'attività di preparazione delle norme tecniche per l'informatica e le telecomunicazioni, attività che è svolta dal CONCIT (Commissione Nazionale UNI-CEI-MIN. PT per il Coordinamento delle attività Normative dell'informatica e Telecomunicazioni).

14.2. NORME TECNICHE

Le norme tecniche rappresentano compiutamente, a livello di sicurezza e prestazione, lo stato di maturazione della specifica tecnologia cui si riferisce al momento della sua pubblicazione; ciò deriva dalla legittimazione ottenuta con il "consensus" che vede il coinvolgimento di tutte le parti interessate alle varie tematiche.
Nella realizzazione di macchinari, apparecchi ed impianti elettrici ed elettronici è necessario attenersi a precisi criteri che ne garantiscano l'uso, il funzionamento e la manutenzione senza introdurre, per alcuna ragione, situazioni di pericolo per le persone, gli animali, i beni e l'ambiente.
La certezza che questo obiettivo venga raggiunto e mantenuto nel tempo è perseguibile attraverso ben individuabili documenti normativi preparati sulla base di valutazione del rischio.

Il ruolo delle norme tecniche

Le Norme CEI, in particolare, se osservate nel loro insieme ed interezza, contribuiscono in modo determinante a definire ciò che le leggi in materia citano ed intendono come "regola dell'arte". Per il valore giuridico delle norme CEI, vedere il precedente paragrafo 14.1.
Si ricorda che per operare secondo la regola dell'arte, non è fatto obbligo di utilizzare i documenti normativi del CEI, ma operandovi in conformità, cioè applicando rigorosamente tutte le disposizioni in essi contenute, si ha il riconoscimento, nel diritto, di aver rispettato la regola dell'arte.
La procedura di preparazione, approvazione e pubblicazione di una norma CEI è vincolata ad una serie di regole concordate in ambito internazionale (IEC e CENELEC) e che per un approfondimento e chiarimento, si rimanda alla consultazione della Guida CEI 0-4 "Documenti CEI normativi e non normativi. Parte 1 – Tipi, definizioni e procedure".
Come informazione si può comunque osservare che il CEI pubblica tre tipi di documenti normativi:

Documenti normativi nazionali

Documenti normativi di origine nazionale:

- norme CEI e norme CEI Sperimentali
- guide CEI
- fogli di interpretazione

- varianti ed Errata Corrige alle norme
- norme CEI – UNEL

Documenti normativi europei

Documenti normativi di origine europea:

- norme CEI EN
- norme Sperimentali CEI ENV
- documenti CEI di recepimento di documenti di armonizzazione HD
- norme armonizzate
- norme CEI – CECC

Documenti normativi internazionali

Documenti normativi di origine internazionale:

- Norme CEI di recepimento di Norme IEC

Alcuni documenti normativi CEI di origine europea o internazionale sono bilingue (italiano/inglese a fronte) altri ancora in lingua originale inglese o inglese/francese.
Nel presente volume, le norme CEI di maggiore interesse per l'installatore sono elencate nell'Appendice B; è comunque fondamentale che l'installatore possieda una raccolta delle principali norme inerenti il settore e che si mantenga il più possibile aggiornato sull'uscita di nuove norme, guide o varianti alle stesse.
Questo può avvenire attraverso vari canali d'informazione tra i quali il più importante è l'abbonamento alle norme CEI, ora particolarmente vantaggioso con la raccolta di norme (generale o specifica per l'installazione) su CD ROM (ELECTRAOMNIA).
Ulteriori possibilità di aggiornamento sono possibili con iscrizione ad Associazioni di categoria, abbonamento a riviste tecniche specializzate, consultazione dei siti INTERNET del CEI e di altre Associazioni.

CAPITOLO 15

DIRETTIVE COMUNITARIE E MARCATURA CE

15. DIRETTIVE COMUNITARIE E MARCATURA CE

15.1. GENERALITÀ

Uno degli atti fondamentali per la costituzione dell'Unione Europea è stato nel 1957 il "Trattato di Roma". A quell'epoca uno degli obiettivi prioritari era quello di arrivare ad un "Mercato Comune" che garantisse la libera circolazione dei prodotti, con la totale eliminazione delle barriere doganali, allora presenti tra i vari Paesi europei.
Lo strumento legislativo adottato fu quello delle "Direttive", il cui scopo è appunto quello di armonizzare le legislazioni dei vari Paesi arrivando ad una legislazione comune per il campo coperto dalle Direttive.

La legislazione comunitaria e la legislazione nazionale

Una volta che le Direttive sono pubblicate dalle competenti istituzioni comunitarie, devono essere recepite dai singoli Stati Membri, attraverso proprie disposizioni legislative nazionali, mantenendo inalterato il contenuto originario, pena il crearsi di disparità legislative con conseguenti ricadute nella libera circolazione delle merci.
L'unica libertà che hanno gli Stati Membri è quella di introdurre una parte sanzionatoria, in caso di mancato rispetto degli obblighi contenuti nelle Direttive. Questa parte può differire da Stato a Stato.
In caso di conflitto fra legislazione nazionale e quella comunitaria, ove per esempio si riscontri la creazione di ostacoli alla libera circolazione dei prodotti nell'ambito dell'Unione Europea, anche un semplice cittadino può far ricorso alla Corte di Giustizia di Lussemburgo, per ottenere l'applicazione integrale della Direttiva.
Per costruttori ed impiantisti la conoscenza delle specifiche Direttive è di primaria importanza, in quanto solo i prodotti conformi alle Direttive possono essere immessi sul mercato e quindi utilizzati.
Tra le diverse centinaia di Direttive che coprono vari settori merceologici ed aspetti dell'attività produttiva, le Direttive, nel cam-

po degli impianti elettrici, che maggiormente interessano sono: la Direttiva di Bassa Tensione (nuova) e la Direttiva Compatibilità Elettromagnetica.
Queste due Direttive essendo state emanate in data posteriore al 1985, vengono denominate Direttive del "Nuovo Approccio", in quanto presentano alcune specificità che le differenziano da quelle precedenti, che avevano un campo di applicazione più limitato, un'applicazione opzionale e mantenevano all'interno le prescrizioni tecniche.

Le Direttive secondo il "Nuovo Approccio"

Le caratteristiche più importanti delle Direttive "Nuovo Approccio" sono:

- rispetto dei "Requisiti Essenziali";
- presunzione di Conformità a prodotti costruiti sulla base delle Norme Tecniche Armonizzate;
- dichiarazione di Conformità;
- fascicolo tecnico (non sempre richiesto);
- marcatura CE dei prodotti.

I "Requisiti Essenziali" sono prescrizioni di carattere molto generale, indipendenti dalla tecnologia, quindi tali da non creare vincoli progettuali per l'evoluzione tecnica.
Il soddisfacimento dei requisiti essenziali è condizione irrinunciabile per il rispetto delle Direttive.
Il riferimento alle norme tecniche è altresì un aspetto importante: in particolare, quando si parla di norme tecniche armonizzate ci si riferisce alle norme europee, emesse dai due Enti normatori europei, CEN e CENELEC, i cui riferimenti sono pubblicati, per ogni Direttiva, sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee (GUCE). Tali Norme, pur essendo di tipo volontario, assumono per le Direttive un ruolo particolare, in quanto per i prodotti costruiti seguendo le norme è riconosciuta una presunzione di conformità ai Requisiti contenuti nella Direttiva.
Nelle Direttive sono riportate le procedure per la conformità e le indicazioni per la marcatura CE sui prodotti.
Un adempimento essenziale è la stesura della Dichiarazione CE di Conformità, con cui il costruttore si responsabilizza formalmente, dichiarando che il prodotto, che intende mettere sul mercato, è conforme a tutte le Direttive applicabili, che peraltro sono chiaramente indicate nel documento in cui sono anche riportate le Norme tecniche armonizzate utilizzate.

Da non confondere la Dichiarazione di Conformità con la Legge 46/90

Da evidenziare che tale Dichiarazione di Conformità, malgrado lo stesso nome è diversa da quella prevista dalla Legge 46/90, che non riguarda i singoli apparati, ma l'impianto nel suo complesso.

Fascicolo Tecnico

Il Fascicolo Tecnico, che salvo per alcune Direttive, è quasi sempre previsto, costituisce lo strumento di valutazione tecnica, per mezzo del quale l'Autorità di Sorveglianza del mercato può verificare il rispetto dei requisiti contenuti nella Direttiva.

Sia il fascicolo tecnico sia la dichiarazione CE di conformità devono essere tenuti a disposizione dal costruttore, per le sole autorità di sorveglianza preposte, per almeno dieci anni dall'ultima data di immissione sul mercato del prodotto interessato. Le Direttive di cui sopra, a differenza di altre, non prevedono che tali documenti accompagnino il prodotto.
La marcatura CE è il segno distintivo indicante che il prodotto è conforme alle prescrizioni delle Direttive, e deve essere affisso quando la Direttiva lo prevede espressamente.
Da sottolineare che la Marcatura CE sta a indicare che il prodotto risponde a tutte queste Direttive applicabili.
La marcatura CE non è un marchio di Conformità attestante la rispondenza del prodotto ad una specifica normativa, ma un atto di natura essenzialmente "amministrativa", obbligatorio per tutti, necessario per la commercializzazione del prodotto nel Paese di produzione e nel resto d'Europa; pertanto non si sostituisce ai marchi di Conformità.

Il fascicolo tecnico permette la valutazione tecnica, consente di vedere se sono rispettati i contenuti delle Direttive

15.2. Direttiva Bassa Tensione (73/23 CEE)

Direttiva Bassa Tensione 73/23 CEE 93/68 CEE Legge 791/77 Dlgs 626/96 Dlgs 277/97

La nuova Direttiva Bassa Tensione trae la sua origine dalla precedente Direttiva 73/23 CEE sempre di bassa Tensione, modificata secondo la Direttiva 93/68 CEE del 1993.
L'entrata in vigore è avvenuta il 1° gennaio 1997.
La legislazione nazionale di recepimento è costituita da diverse disposizioni, la prima è la Legge 791 del 1977 (recepimento della Direttiva 73/23 CEE), la seconda è il Decreto Legislativo 626 del 1996 (recepimento delle modifiche contenute dalla Direttiva 93/68 CEE), infine con il Decreto Legislativo 277 del 1997 vengono introdotti alcuni emendamenti e precisazioni al precedente D.Lgs. 626/96.
La Direttiva, che regolamenta gli apparati elettrici operanti nell'ambito 50/1000 V in c.a. e 75/1500 V in c.c., si pone l'obiettivo di consentire la libera circolazione dei prodotti elettrici con un conveniente livello di sicurezza per gli utilizzatori. Gli "obiettivi di sicurezza" presenti nella Direttiva non riguardano solo la sicurezza elettrica, ma anche tutti gli altri aspetti di sicurezza, quali ad esempio la sicurezza meccanica dei prodotti.
La revisione della vecchia Direttiva, che per altro ha funzionato perfettamente per venti anni, è stata soprattutto motivata dalla necessità di adeguarla alle altre Direttive di prodotto che già prevedevano la marcatura CE. Di conseguenza l'impalcatura della nuova Direttiva è rimasta come quella vecchia con l'inserimento della marcatura CE e gli adempimenti conseguenti.
L'introduzione obbligatoria della marcatura CE ha sostanzialmente modificato la situazione precedente, in cui i marchi emessi da Enti notificati come l'IMQ, indicavano che il prodotto rispettava i requisiti della Direttiva e quindi potevano essere immessi nel mercato.

Nella nuova Direttiva l'affissione della marcatura CE non richiede il coinvolgimento di Enti terzi, la responsabilità è completamente del costruttore o del suo rappresentante autorizzato, che deve dichiarare la conformità alla Direttiva.

Informazioni contenute nella Dichiarazione di Conformità

La Dichiarazione di Conformità deve contenere le seguenti informazioni:

- norme e indirizzo del costruttore o di un suo rappresentante autorizzato nella comunità;
- descrizione del materiale;
- riferimento alle regole armonizzate;
- eventuale riferimento alle specifiche per le quali è dichiarata la conformità;
- identificazione del firmatario della dichiarazione, che ha il potere di impegnare il costruttore o il suo rappresentante;
- l'anno in cui è stata posta la marcatura.

Molti degli articoli della nuova Direttiva sono identici a quelli della vecchia, tra cui, uno dei più importanti, è quello in cui viene confermato che la rispondenza alle norme conferisce ai prodotti la "presunzione di conformità".
Come già detto in precedenza, le norme sono quelle "armonizzate", ma in mancanza di queste si possono utilizzare le norme internazionali ed ancora, in mancanza di queste ultime, si può far riferimento alle norme nazionali, purché queste assicurino un grado di sicurezza equivalente a quello richiesto nel Paese di utilizzo del prodotto.

Fascicolo tecnico

In aggiunta alla dichiarazione di conformità già citata, il costruttore deve preparare un fascicolo tecnico che deve essere tenuto a disposizione dalle autorità di controllo, insieme alla Dichiarazione di Conformità, per almeno dieci anni dall'immissione del prodotto sul mercato da parte del fabbricante stesso o del suo rappresentante nella Comunità.
Detta documentazione, che ha come fine quello di consentire una valutazione della conformità del prodotto ai requisiti della Direttiva, deve contenere i seguenti dati:

- descrizione generale del materiale elettrico;
- disegni di progettazione e fabbricazione nonché schemi di componenti, sottounità, circuiti;
- descrizioni e spiegazioni necessarie per comprendere tali disegni e schemi e il funzionamento del materiale elettrico;
- elenco delle norme che sono state applicate completamente o in parte e la descrizione delle soluzioni adottate per soddisfare gli aspetti di sicurezza della Direttiva qualora non siano state applicate le norme;
- risultati del calcolo di progetto e dei controlli svolti, ecc…;
- rapporti sulle prove effettuate.

Nel caso il costruttore non possa far riferimento a norme specifiche, in quanto non disponibili, può richiedere ad un organismo terzo notificato una relazione tecnica, che indichi che i requisiti essenziali della Direttiva sono soddisfatti.

La Dichiarazione di Conformità e il fascicolo tecnico non sono disponibili per la catena di distribuzione del prodotto

Va sottolineato che né la Dichiarazione di Conformità, né il fascicolo tecnico sono disponibili per la catena di distribuzione del prodotto. La Direttiva, in questo caso, richiede che siano tenuti dal costruttore o dal mandatario/importatore: quindi per l'utilizzatore l'unica indicazione, circa il rispetto dei requisiti della Direttiva, è la marcatura CE.
Nel 1997 la Commissione Europea ha emesso Linee Guida sull'applicazione della Direttiva: tale documento è estremamente utile per una sua corretta applicazione.

15.3 Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (89/336 CEE)

Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 89336 Dlgs 615/96

La Direttiva di Compatibilità Elettromagnetica 89/336 CEE è una Direttiva del 1989, per cui è già rientrata in quelle del nuovo approccio.
Un primo recepimento è datato 1992 con il Decreto Legislativo 476, successivamente sostituito dal Decreto Legislativo 615 del 1996, che ha introdotto alcune modifiche presenti nella Direttiva 93/68 CEE.
Il principale obiettivo della Direttiva, che è entrata in vigore il 1° gennaio 1976, è stato quello di elevare il livello della tecnologia europea, puntando a garantire tra le varie apparecchiature elettrotecniche ed elettroniche la compatibilità dal punto di vista elettromagnetico.
In passato, erano già in vigore Direttive che fissavano limiti ai disturbi in alcune categorie di prodotti: elettrodomestici, utensili portatili, lampade a fluorescenza. Attualmente tali disposizioni hanno cessato di essere in vigore.
Il campo di applicazione della Direttiva attuale è estremamente ampio, in quanto vi ricadono tutti i prodotti che possono generare perturbazioni elettromagnetiche (EMISSIONE), oppure possono essere influenzate dalle stesse perturbazioni (IMMUNITÀ).
La Direttiva esclude esplicitamente alcune categorie di prodotti, per i quali sono presenti Direttive specifiche come: gli apparecchi radio utilizzate dai radioamatori, i veicoli a motore, gli apparati elettromedicali.
Come per la Direttiva di Bassa Tensione, la Direttiva EMC prevede che il costruttore, una volta espletate le prescrizioni previste, descritte nel seguito, apponga la marcatura CE.
Considerando la genericità dei due requisiti essenziali di "Emissione" e "Immunità", risulta estremamente conveniente per il costruttore far riferimento alle norme armonizzate. Data la vastità e la complessità dell'argomento, gli Enti di normazione Internazionali, si sono attivati per emettere norme ad hoc, in particolare sono presenti tre tipi di norme:

Le norme tecniche utilizzabili

- norme di base (prove e misure);
- norme generiche per ambiente (residenziale/commerciale e industria);
- norme per famiglie di prodotto o di prodotto.

Le norme di base, per quanto importanti, non possono essere utilizzate per la Dichiarazione di Conformità alla Direttiva. Per tale adempimento vanno considerate le norme di prodotto o le norme per famiglia di prodotto, in mancanza di queste, le norme generiche per ambiente.
Ai fini della Direttiva EMC le apparecchiature vengono suddivise in due grandi categorie:

- normali
- radiotrasmittenti

Per la prima categoria, al costruttore, quando utilizza le norme tecniche armonizzate, a differenza della Direttiva Bassa Tensione, non è richiesta la realizzazione del Fascicolo Tecnico; basta solo compilare la Dichiarazione di Conformità, mettendola a disposizione delle autorità per almeno dieci anni dall'immissione del prodotto sul mercato.
La Dichiarazione di Conformità è analoga a quella descritta per la Direttiva Bassa Tensione.
Quando il costruttore non utilizza le norme armonizzate o le utilizza solo in parte, la Direttiva prevede il ricorso ad un "Organismo competente", riconosciuto a livello internazionale, cui il costruttore deve rivolgersi per la stesura di una relazione tecnica.
In Italia sono Organismi Competenti:

Gli organismi competenti

ABB RICERCA, ALCATEL ITALIA, ANCCP, AUSONIA, CEIA, CESI, Centro Ricerche FIAT, CMC, CSELT, GLOBE COMMUNICATIONS, I.B.M. Italia, ICEPI, IENGF, IMQ, ISTITUTO GIORDANO, ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA, Istituto di ricerca e collaudi M.MASINI, I.S.P.T., ITALTEL, LABORATORI CENTRALI OLIVETTI–Q.S.L. , MECCANO, MODULO UNO, NEMKO ALFLAB, OCE, OERLIKON-CONTRAVES, PMM, PRIMA RICERCA & SVILUPPO, SICUR CONTROL, TESEO, ZELTRON.
Da notare che il costruttore in questo caso deve preparare il Fascicolo Tecnico o Documentazione Tecnica che dovrà essere sottoposta all'Organismo competente e tenuta a disposizione dell'Autorità di Sorveglianza del mercato, unitamente alla Dichiarazione di Conformità.
Con riferimento alla categoria delle apparecchiature radiotrasmittenti, è prevista la Certificazione del Tipo da parte di un Organismo Notificato. Attenzione a non confondere il ruolo dell'Organismo Competente da quello Notificato, in Italia è Organismo Notificato, la Direzione Generale Regolamentazione e Qualità dei servizi presso il Ministero delle Comunicazioni.

L'elenco degli Organismi Notificati viene riportato sulla G.U.C.E. Va comunque fatto presente che con l'entrata in vigore della nuova Direttiva 99/5 CE, riguardante le apparecchiature Radio e Terminali di Telecomunicazioni (Direttiva RTTE), la quale copre anche gli aspetti di compatibilità elettromagnetica, tutti gli apparati radiotrasmittenti ricadono sotto detta nuova Direttiva, la quale non richiede la Certificazione di Tipo quando sono utilizzate frequenze radio armonizzate.
Anche per la Direttiva EMC, la Commissione Europea considerando i molteplici problemi applicativi emersi, ha pubblicato nel 1997 una Guida applicativa che affronta vari aspetti, tra questi: i componenti, i sistemi e le installazioni.
Di seguito si riportano i diagrammi di flusso che mostrano le procedure da seguire per l'applicazione delle direttive BT e EMC.

Elenco degli organismi notificati e riportato sulla G.U.C.E.

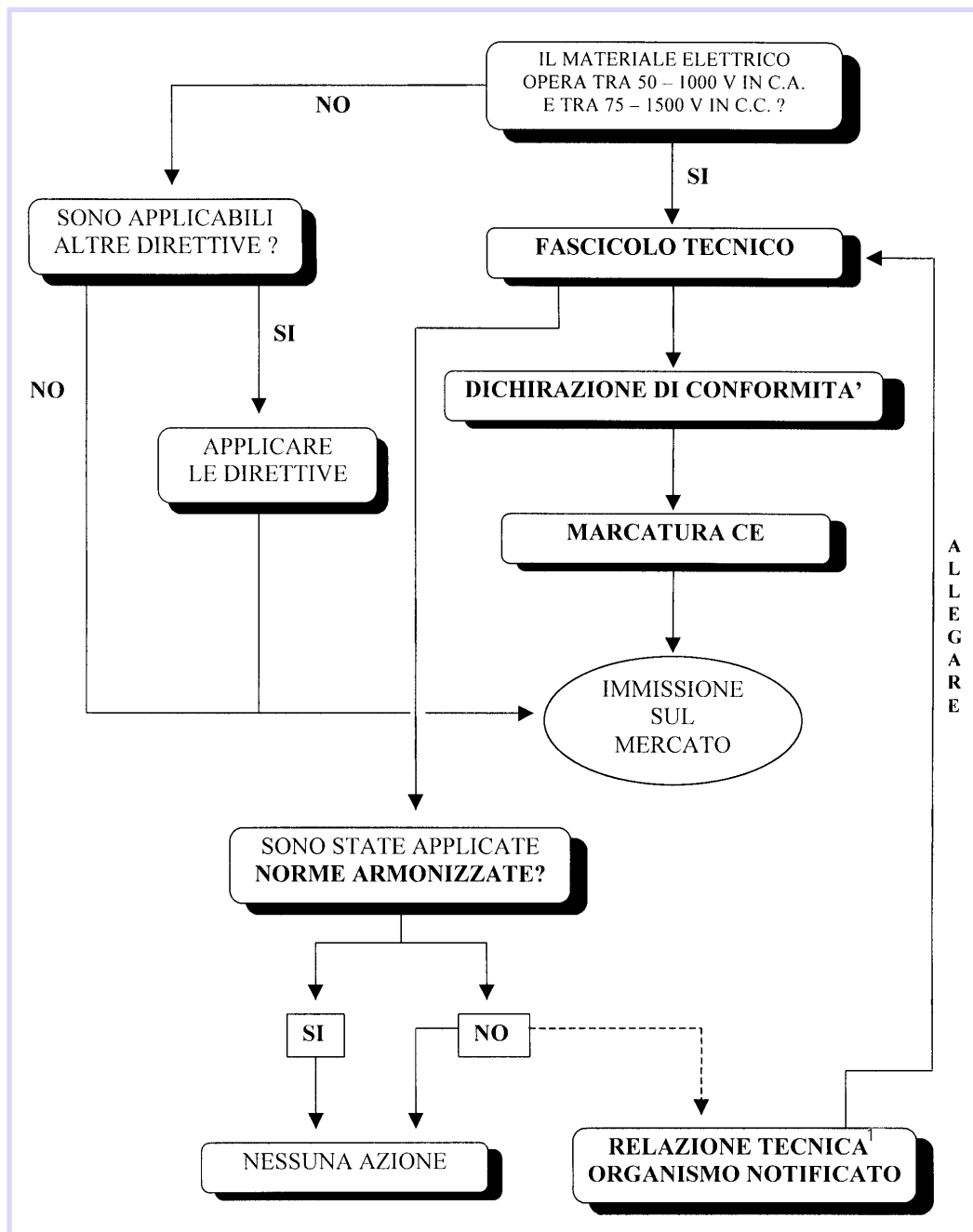



Fig. 15.3/1 Procedure per la Direttiva BT

1. La Relazione tecnica può essere utile in caso di contestazione da parte dell'Autorità di Sorveglianza

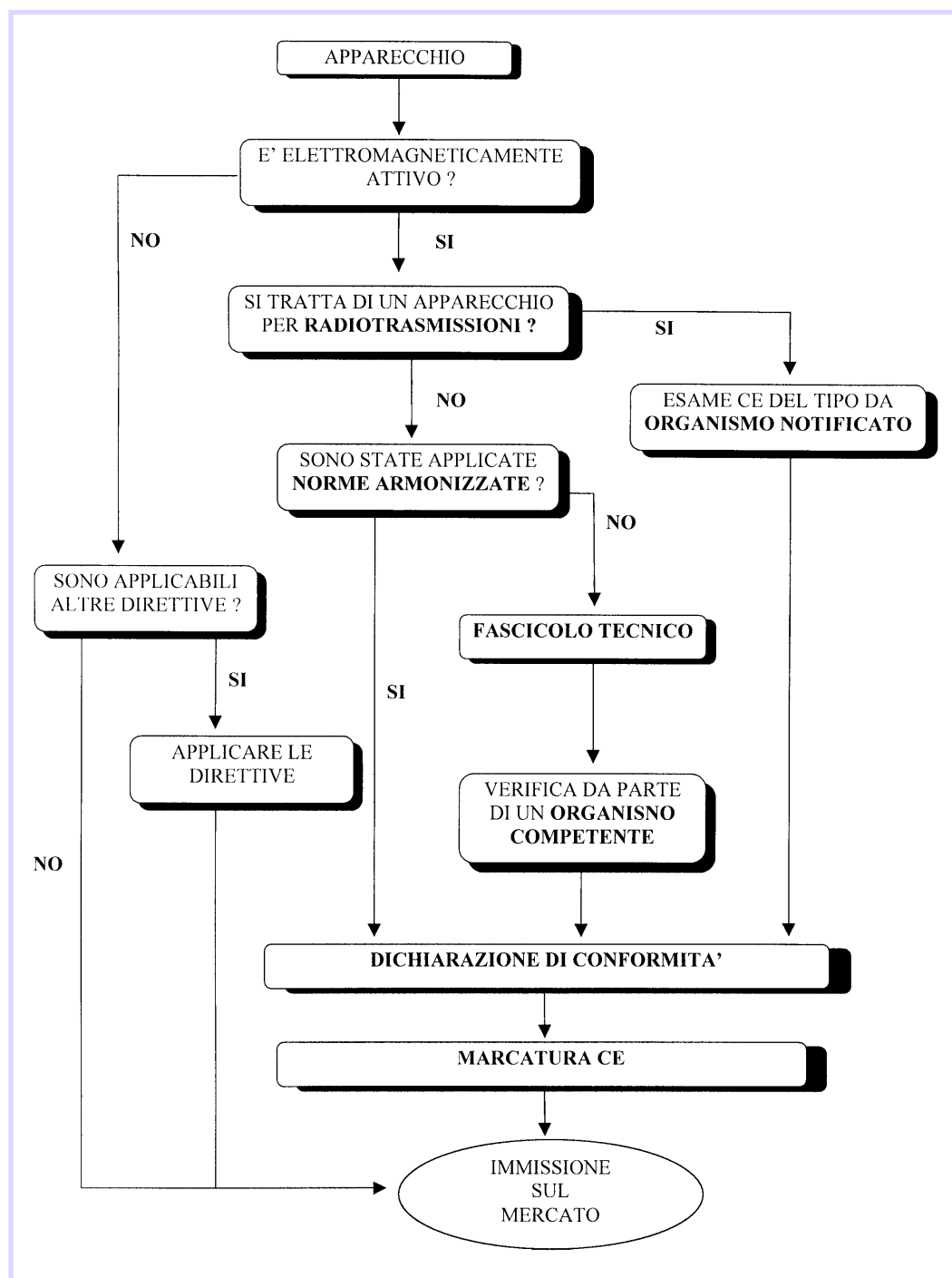



Fig. 15.3/2 Procedure per la Direttiva EMC

Capitolo 16

Certificazione e marchi di conformità

16. Certificazione e marchi di conformità

Certificazione di prodotti e di processi. La certificazione è volontaria, la marcatura è obbligatoria

Nel capitolo precedente, è stato trattato il tema della marcatura CE a fronte delle Direttive Comunitarie; qui si vuole affrontare quello della Certificazione, cioè di quell'attività non obbligatoria, non richiesta per legge, ma *a carattere volontario*, volta a garantire l'utilizzatore che un dato prodotto od un servizio sono conformi ai requisiti contenuti in una specifica norma.

La certificazione del sistema qualità

Nel caso in cui la certificazione riguarda i prodotti, si parla di "certificazione di prodotto", per distinguerla da altre attività di certificazione, come quelle che trattano i processi produttivi (secondo le Norme ISO 9000) e l'ambiente (secondo le norme della serie ISO 14000).
Nel seguito si considererà solo il primo tipo di certificazione.
Molte volte si nota una certa confusione tra attività di marcatura e di certificazione, che nasce probabilmente dal fatto che in entrambe si fa riferimento a Norme tecniche. Mentre nel caso della marcatura CE, con l'esclusione di alcune Direttive specifiche (per esempio Direttive Apparecchi Gas ed Apparecchiature Elettromedicali), si segue di regola (nell'ambito delle varie procedure previste dal Consiglio Europeo per dimostrare la conformità ad una Direttiva) il "Modulo A". Ciò significa che il costruttore "dichiara", sotto la sua piena responsabilità, che il prodotto che immette sul mercato è conforme ai Requisiti e alle relative norme tecniche contenuti nella Direttiva che applica. Nella Certificazione è essenziale il coinvolgimento di un "Organismo terzo" indipendente sia dal produttore che dall'utilizzatore, il quale "certifica", sulla base di prove eseguite, che il prodotto è conforme ai requisiti della norma tecnica applicabile.
La certificazione si pone fondamentalmente come uno strumento di mercato destinato all'acquirente; per tale ragione, a fronte di una attività certificativa, soprattutto quando il prodotto è destinato al consumo, sono presenti "marchi di conformità" apposti sul prodotto stesso, quale indicazione visibile per l'acquirente.
In Italia è ormai da oltre quaranta anni rilasciato dall'Istituto del Marchio di Qualità il marchio IMQ; in Europa e nel mondo, sono

attivi da anni, molteplici Organismi di Certificazione, la fig. 16/1 mostra, i marchi più noti.
Se l'obiettivo principale è il mercato, va comunque ricordato che la certificazione da parte di un Organismo Terzo, rappresenta anche una tutela per il costruttore, in quanto il rilascio di un marchio equivale ad una attestazione di conformità alla regola dell'arte ed alla legislazione vigente, utilizzabile in caso di cotenzioso.

Le regole per la certificazione

L'attività di certificazione si basa su una serie di regole di funzionamento e gestione ben determinate che portano a definire un vero e proprio "Sistema di certificazione", che è organizzato secondo una serie di guide emesse dagli organismi di normazione internazionali ISO/IEC.
Va evidenziato che l'attività non si limita ad attestare la conformità dell'esemplare sottoposto all'Organismo di Certificazione, ma controlla successivamente anche la conformità della produzione. Per tali compiti sono presenti tre Enti/funzioni distinte:

- il Laboratorio di prova, dotato di attrezzature adeguate e personale specializzato (guide ISO/IEC 25 e 30);
- l'Agenzia ispettiva che esegue le verifiche sia presso i siti produttivi, sia sulle merci, prelevando periodicamente campioni da inviare al laboratorio per controllare la conformità (Guida ISO/IEC 39);
- l'Ente di Certificazione, che gestisce il sistema nel cui Consiglio Direttivo e Commissione di Certificazione sono presenti tutte le categorie interessate.
  L'Ente di Certificazione, sulla base delle prove di laboratorio e dei risultati delle visite ispettive, rilascia i marchi di conformità.
  In caso di uso scorretto del marchio, intraprende le azioni del caso. (Guida ISO/IEC 40).

La progressiva integrazione dei mercati dei vari Paesi europei, accelerata dalla costituzione dell'Unione Europea ha portato, sotto la spinta dell'industria, alla creazione di marchi di conformità comuni.
L'obiettivo non è stato solo quello di evitare ai fabbricanti di sottoporre lo stesso prodotto a certificazione presso gli Organismi dei vari Paesi nei quali intende commercializzarlo, con l'esecuzione di prove identiche, considerando che le Norme Tecniche sono ormai armonizzate, ma anche l'esigenza di eliminare le barriere al libero scambio che i marchi nazionali potrebbero di fatto creare.
Un primo passo in questa direzione fu la costituzione del CCA (CENELEC CERTIFICATION AGREEMENT), un accordo tra i vari Organismi di Certificazione operanti in Europa per i prodotti elettrotecnici in bassa tensione. Detto accordo, tuttora operante, prevede il rilascio del marchio nazionale sulla base di prove ed ispezioni effettuate nel Paese di origine da parte dell'Organismo Certificatore attivo in quel Paese.

Mentre nell'accordo CCA vengono mantenuti i marchi nazionali (IMQ, VDS, KEMA, OVE, ecc.), un passo ulteriore è stata la creazione di veri e propri marchi di conformità europei, gli stessi in tutti i Paesi, rilasciati dagli Organismi di Certificazione che hanno sottoscritto i vari accordi.
Ricordiamo qui brevemente il marchio HAR, relativo ai cavi in bassa tensione, il marchio ENEC utilizzato per gli apparecchi illuminanti e componentistica relativa, interruttori per apparecchi ed apparecchiature di informatica e d'ufficio. Ultimo ad arrivare è il KEYMARK, utilizzato attualmente per gli elettrodomestici (fig. 16.2).
Concludendo questa breve panoramica sulla certificazione, si vuole sottolineare la funzione che assolve: un mezzo che consente al costruttore di proporre all'utilizzatore/consumatore prodotti provati, quindi oggettivamente sicuri ed affidabili, verificati in modo rigoroso, sulla base degli standard tecnici in vigore, in regola con le disposizioni di legge vigenti a livello europeo.

Marchi di conformità europei

Fig. 16/1 Enti di certificazione e marchi di conformità internazionale (*continua*)

(*continua*) Enti di certificazione e marchi di conformità internazionale

IRLANDA
ELECTRICAL SAFETY REFERENCE BODY

ISRAELE
THE STANDARDS INSTITUTION OF ISRAEL

ITALIA
IMQ-ISTITUTO ITALIANO DEL MARCHIO DI QUALITÀ

NORVEGIA
NEMKO

OLANDA
KEMA KEUR
NV TOT KEURING VAN ELEKTRO-TECHNISCHE MATERIALEN (KEMA)

POLONIA
B
CBJW, CENTRAL OFFICE FOR QUALITY OF PRODUCTS

PORTOGALLO
SNGQ modelo conforme
INSTITUTO PORTUGUÈS DA QUALIDADE (IPQ)

SPAGNA
UNE
ASOCIACIÒN ESPAÑOLA DE NORMALIZA-CIÒN Y CERTIFICACIÒN (AENOR)

SVEZIA
S
SEMKO

SVIZZERA
+ S
SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNI-SCHER VEREIN (SEV)

UNGHERIA
MEEI
HUNGARIAN INSTITUTE FOR TESTING ELECTRICAL EQUIPMENT (MEEI)

U.S.A.
UL
UNDERWRITERS LABORATORIES INC.

Fig. 16/2 Marchi di conformità europei

CAPITOLO 17

SICUREZZA NEI CANTIERI DI LAVORO

17. SICUREZZA NEI CANTIERI DI LAVORO

La realizzazione (compresi il rifacimento, la manutenzione, l'ampliamento, ecc…) di un impianto elettrico investe la competenza, la responsabilità e l'esperienza di un installatore su due versanti in particolare: il versante della bontà dell'impianto realizzato (comunemente indicata come "regola d'arte" o "buona tecnica") e quello della sicurezza dei lavoratori adibiti alla sua realizzazione. Il primo dei due versanti riguarda il rapporto col committente che, ovviamente, ha il diritto di avere un impianto efficiente, sicuro e che non gli crei problemi; il secondo versante riguarda il rapporto coi lavoratori dipendenti che hanno diritto di essere fisicamente tutelati durante l'esecuzione dei lavori.
Il presente capitolo tratta appunto di questo secondo aspetto. Informazioni dettagliate riguardante l'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri sono riportate nella Guida CEI 64-17.

17.1. NORME DI SICUREZZA E DI SALUTE

17.1.1. CANTIERI

Quasi sempre l'installatore di un impianto elettrico (non ha importanza che si tratti di una nuova realizzazione, di un rifacimento, di una manutenzione o di altro) opera all'interno di un *cantiere*, piccolo o grande. L'installatore, che a questi fini ha il ruolo di *datore di lavoro*, deve pertanto tener conto degli aspetti legati all'applicazione del decreto legislativo n° 494 del 14 agosto 1996 così come modificato dal decreto legislativo 528 del 19 novembre 1999 (cosiddetta "direttiva cantieri", contenente le norme di sicurezza e di salute relative, appunto, ai cantieri) e, soltanto nel caso di lavori pubblici, della legge n° 415 del 18 novembre 1998 (cosiddetta "Merloni ter", contenente le disposizioni relative ai lavori pubblici). Brevemente, gli aspetti delle predette norme che riguardano l'installatore sono:

Legge 415 del 18/11/98

- l'obbligo di *cooperare* e di *coordinarsi con le altre imprese* operanti nel cantiere (impresa edile, impresa idraulica, serramentista, ecc.);
- l'obbligo di redigere un *piano operativo di sicurezza* conte-

nente le valutazioni dei rischi e le misure di sicurezza e di salute riferite allo specifico cantiere;

- la presenza, se l'entità presunta dei lavori supera determinate soglie o se sono previsti rischi particolari, del *piano di sicurezza e di coordinamento* redatto dal coordinatore per la progettazione, piano che l'installatore è tenuto ad attuare integralmente;
- la presenza nel cantiere del *coordinatore per l'esecuzione dei lavori* che ha il compito di verificare l'attuazione dei piani di cui ai due precedenti alinea e che ha alcuni poteri (ad esempio, quello di sospendere i lavori in caso di pericolo grave ed imminente);
- l'obbligo di predisporre le *documentazioni* previste;
- la partecipazione obbligatoria alle *riunioni di coordinamento* indette dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
- l'obbligo (soltanto per i lavori pubblici) di presentare un *piano di sicurezza sostitutivo* del piano di sicurezza e di coordinamento e del piano generale di sicurezza quando questi non siano previsti;
- l'obbligo di pretendere, dalle eventuali imprese cui abbia subappaltato una parte dei lavori, l'osservanza di quanto indicato nei precedenti alinea.

L'installatore deve pertanto mettere in conto che gli possono venire richieste valutazioni e documentazioni che in passato non era abituato a fornire (ad esempio: valutazione dell'esposizione al rumore, indicazione delle procedure adottate per la movimentazione manuale dei carichi, dichiarazione dell'avvenuta vaccinazione antitetanica dei suoi dipendenti, presentazione del documento di valutazione dei rischi, comunicazione dei nominativi dei suoi dipendenti, designati per la gestione dell'emergenza e così via).
In altri termini l'installatore deve preoccuparsi di metter in atto tutte le norme necessarie per garantire la *sicurezza* (leggasi prevenzione degli infortuni) e la *salute* (leggasi prevenzione delle malattie professionali) dei lavoratori e precisamente deve garantire:

- la sicurezza e la salute dei lavoratori suoi dipendenti durante lo svolgimento della loro attività;
- che l'operato dei suoi lavoratori non danneggi la sicurezza e la salute dei lavoratori delle altre imprese presenti nel cantiere;
- che la sicurezza e la salute dei suoi lavoratori non venga danneggiata dai lavoratori delle altre imprese operanti nel cantiere.

Per tutti gli aspetti sopra accennati e per quelli esposti nel seguito, l'installatore assume il ruolo di datore di lavoro con tutte le incombenze e le responsabilità che ciò comporta. L'installatore, avvalendosi, se lo ritiene, di *dirigenti* e di *preposti*, deve curare che il proprio personale sia formato ed informato sia sui rischi generali della sua attività (rischi da elettricità, rumore, movimentazione manuale dei carichi, lavori in elevazione, ecc…), sia sui rischi particolari di ogni singolo cantiere di lavoro (viabilità inter-

na al cantiere, rischi indotti dalle altre imprese operanti nel cantiere, ecc.). Deve altresì, sempre avvalendosi, se lo ritiene, di dirigenti e preposti, esigere che le norme di sicurezza e di salute siano rigorosamente rispettate dai suoi lavoratori; a tal fine deve esercitare una costante *vigilanza*.
In pratica le norme di sicurezza e di salute che i suoi lavoratori devono osservare sono legate soprattutto all'impiego delle attrezzature di lavoro e/o degli apparecchi (elettrici e non) e/o delle opere provvisionali. Va precisato che il datore di lavoro può delegare ai suoi preposti, anche soltanto una volta per tutte, il compito di esigere che dette norme vengano osservate. Per la generalità dei casi tali norme sono esposte nei capitoli successivi e nell'appendice.

17.1.2. NORME DI CARATTERE GENERALE

Le principali norme di sicurezza e di salute di carattere generale sono:

Legge 415 del 18/11/98

- verificare prima dell'uso gli *attrezzi* di lavoro personali e/o di squadra; usare correttamente gli stessi (vedasi l'appendice);
- liberare il *luogo di lavoro* da attrezzature e/o materiali e/o rifiuti e/o depositi di altro genere non attinenti allo specifico lavoro, al fine di eliminare possibili cause di inciampo e di caduta; verificare che il terreno del luogo di lavoro non sia scivoloso, unto, sconnesso, ricoperto di chiodi o di altri oggetti che potrebbero ferire e, se necessario, prima di iniziare il lavoro, ripulire il terreno;
- utilizzare i *dispositivi di protezione individuale* in relazione ai rischi presenti (elmetto tutte le volte che esiste il rischio di caduta di oggetti dall'alto o di lesioni al capo, imbracatura di sicurezza con dispositivo anticaduta tutte le volte che esiste il rischio di caduta dall'alto o nel vuoto, guanti tutte le volte che esiste il rischio di lesioni alle mani, guanti dielettrici durante i lavori in tensione, visiera o occhiali tutte le volte che esiste il rischio di lesioni agli occhi, ecc.);
- usare le *scale a mano* secondo le indicazioni contenute nell'appendice;
- prendere visione dell'ubicazione del *comando d'emergenza*, al fine di poter togliere immediatamente tensione all'area di lavoro o all'intero cantiere in caso di incidente (folgorazione di un lavoratore, incendio, crollo, ecc.);
- assumere, qualora il lavoro richieda *sforzi fisici* di trazione o di compressione (ad esempio, il tiro dei cavi elettrici entro una canalizzazione oppure la spinta di un contenitore entro un alloggiamento a misura), una posizione stabile, sicura e ben bilanciata in modo da poter fronteggiare senza cadere eventuali contraccolpi dovuti all'improvvisa comparsa o scomparsa dello sforzo (nell'esempio precedente, il tiro dei cavi elettrici può diventare improvvisamente elevato se essi si arrestano contro un ostacolo ed annullarsi di colpo al momento del superamento dell'ostacolo);
- osservare le norme previste nelle schede di sicurezza se le

operazioni di lavoro prevedono l'impiego di *sostanze chimiche* o comunque nocive quali solventi, sgrassanti, collanti, sigillanti, ecc… (il fornitore di tali prodotti è obbligato ad unire dette schede ai prodotti stessi); far preventivamente allontanare dall'area di lavoro le persone non addette alle specifiche operazioni in corso e utilizzare i dispositivi di protezione individuali indicati nelle citate schede (a seconda dei casi: guanti speciali, mascherina, visiera, soprascarpe, ecc.);

- tenere a portata di mano un congruo numero di mezzi di estinzione degli incendi (in pratica estintori a polvere o ad anidride carbonica – l'uso dei naspi e degli idranti è possibile soltanto se nelle vicinanze non vi sono impianti elettrici in tensione) se è previsto l'impiego di *materiali infiammabili*; far allontanare dall'area di lavoro le persone non addette alle specifiche operazioni in corso;
- qualora, nonostante le precauzioni adottate, si verificasse un infortunio o il malessere di un lavoratore, è fondamentale mettere subito in atto le norme di primo soccorso esposte nell'appendice.

17.1.3. Norme per l'uso di macchine ed apparecchi elettrici

Norme per utilizzo di macchine e apparecchi elettrici

Le principali norme di sicurezza e di salute per l'uso delle macchine e degli apparecchi elettrici sono:

- non utilizzare prese a spina per uso domestico, di norma non adatte per l'impiego nei cantieri: l'uso eccezionale di tali prese per alimentare apparecchi portatili con spina di tipo domestico, indissolubile dal cavo, dev'essere attentamente valutato di volta in volta ed, in ogni caso, ne può essere consentito l'impiego soltanto se è garantita l'assenza di urti e di acqua;
- utilizzare prese incorporate negli avvolgicavo;
- non usare *apparecchi ad isolamento ordinario*, ossia dotati del solo isolamento principale e definiti di classe I, se privi di collegamento a terra (saldatrici, seghe circolari, ecc.); questi apparecchi non possono essere utilizzati nei luoghi conduttori ristretti (vedasi alinea successivi);
- verificare che non siano collegate a terra le carcasse degli *apparecchi ad isolamento rinforzato o a doppio isolamento* (definiti di classe II) individuati dalla presenza sulla targa dell'apparecchio di un simbolo raffigurante un doppio quadrato, uno interno all'altro; ecc.; tali apparecchi possono essere utilizzati unicamente nei luoghi ordinari, ossia in ambienti asciutti diversi dai luoghi conduttori ristretti di cui all'alinea successivo;
- utilizzare nei "luoghi conduttori ristretti" unicamente *apparecchi per bassissima tensione di sicurezza* (definiti di classe III, funzionanti con tensione minore o uguale a 50 V ottenuta mediante l'adozione di un trasformatore di sicurezza o di un generatore autonomo) oppure *apparecchi per circuiti con separazione elettrica* (circuiti, normalmente a 230 V, separati dalla rete elettrica di alimentazione a bassa tensione median-

te l'adozione di un trasformatore d'isolamento oppure alimentati da un generatore autonomo; gli apparecchi devono essere di classe II) oppure *apparecchi a batteria* (in genere ricaricabile, con tensione non superiore a 50 V); è vietata la messa a terra degli apparecchi di classe II o III.
Si ricorda che i luoghi conduttori ristretti sono quelli delimitati da superfici metalliche o comunque conduttrici (serbatoi, tubazioni, tralicciatura delle gru, ecc.) nei quali è possibile che una persona venga in contatto con tali superfici tramite un'ampia parte del corpo trovando poi difficoltà ad interrompere tale contatto; possono essere assimilati ai luoghi conduttori ristretti alcuni ambienti particolari di un cantiere.
Il trasformatore di sicurezza o di isolamento, durante l'impiego, dev'essere posizionato al di fuori della massa metallica o della zona bagnata e collocato in modo che l'operatore non possa venire in contatto con la parte relativa alla sua alimentazione; tale trasformatore dev'essere protetto contro la pioggia e quindi deve avere un grado di protezione pari almeno a IP 67.
Gli apparecchi per circuiti con separazione elettrica, di cui al presente alinea, non sono diversi da quelli ad isolamento rinforzato o a doppio isolamento, di cui all'alinea precedente, e pertanto, anche se non richiesto dalle norme vigenti, è raccomandabile che gli stessi abbiano spine diverse (ed i trasformatori d'isolamento le corrispondenti prese) e non intercambiabili con quelle degli apparecchi ad isolamento ordinario né, ovviamente, con quelle degli apparecchi a bassissima tensione di sicurezza, al fine di evitare e scoraggiare l'impiego degli stessi allacciati direttamente alla rete elettrica ordinaria;

- per semplicità ed anche perché nel cantiere sono presenti spesso luoghi conduttori ristretti, è opportuno che gli *apparecchi elettrici mobili e portatili* siano tutti del tipo indicato nell'alinea precedente;
- verificare che le *lampade portatili* siano di classe III con tensione massima di 50 V oppure a batteria;
- verificare che ogni macchina ed ogni apparecchio elettrico sia munito di *targa* d'identificazione contenente le sue caratteristiche principali (tensione, frequenza, potenza, tipo d'isolamento, ecc.) la quale dev'essere mantenuta pulita e leggibile e che abbia un grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi e di acqua almeno pari a IP 54. Le macchine e gli apparecchi elettrici acquistati dopo l'1/1/1997, devono avere la *marcatura CE*; se si tratta di prodotti italiani, è consigliabile, anche se non obbligatorio, che abbiano il marchio IMQ;
- verificare che le macchine e gli apparecchi elettrici per i quali può essere pericoloso un *riavviamento* intempestivo ed indesiderato (ad esempio dopo un'interruzione di energia elettrica sulla rete di alimentazione) siano muniti di un dispositivo che impedisca tale riavviamento, realizzato in genere con uno sganciatore a minima tensione oppure con un comando d'avviamento mediante pulsante privo di autoritenuta (saldatrice elettrica, sega circolare, trapano, ecc.);

- prima di utilizzare una qualunque macchina o apparecchiatura elettrica, verificare che la stessa si presenti integra, senza lesioni o danneggiamenti evidenti: in caso contrario, non deve essere usata. Occorre anche verificare che il cavo di alimentazione sia integro, ben conservato e privo di riparazioni di fortuna e che la spina sia, in buone condizioni di conservazione, priva di riparazioni di fortuna o di sbeccature: in caso contrario, il cavo e/o la spina vanno sostituiti con altri integri e di uguali caratteristiche;
- allacciare le apparecchiature elettriche al quadro utilizzando unicamente le apposite prese e dopo aver verificato che sia l'interruttore posto a monte della presa, sia l'interruttore di manovra dell'apparecchiatura siano aperti, ossia in posizione di "spento"; sono vietati gli allacciamenti di fortuna con collegamenti precari;
- allacciare le apparecchiature elettriche alle *prese a spina* soltanto dopo aver verificato che l'interruttore di manovra dell'apparecchiatura sia aperto ossia in posizione di "spento"; sono vietati gli allacciamenti di fortuna con collegamenti precari;
- non tentare di avviare, scuotendola o percuotendola, una macchina o un'apparecchiatura che, allacciata e con l'interruttore chiuso, non funziona; avvertire il datore di lavoro o il preposto come indicato nel successivo alinea;
- segnalare tempestivamente al datore di lavoro o al preposto ogni *anomalia, rottura o guasto* riscontrati nell'impianto elettrico o nelle macchine ed apparecchiature elettriche (volute di fumo, surriscaldamento, mancato funzionamento, rumori anomali, involucri rotti, conduttori scoperti, ecc.);
- disinserire immediatamente la macchina o l'apparecchiatura qualora, durante il suo uso, si avverta una "*scossa*"; allontanarla dal luogo di lavoro ed avvertire il datore di lavoro o il preposto;
- non insistere a richiudere un interruttore, generale o divisionale, o a sostituire un fusibile se questi scattano ripetutamente; in tale evenienza bisogna ricercare e rimuovere la causa (sovraccarico, dispersione a terra, presenza di umidità, guasto in un apparecchio elettrico, ecc.) affidando l'intervento a personale esperto e competente;
- non sollecitare i cavi di alimentazione a piegamenti di piccolo raggio o a torsione o a schiacciamento; non appoggiare i cavi su spigoli vivi, su materiali caldi, su pavimenti o su terreni sporchi o imbrattati di oli, grassi, solventi, cemento, calce o altre sostanze che possono deteriorarli; ridurre al minimo lo sviluppo libero del cavo mediante l'uso di avvolgicavo o di tenditori (si ricorda che gli avvolgicavo devono avere cavo per posa mobile, resistente all'acqua ed all'abrasione). Qualora col cavo si debbano necessariamente attraversare percorsi carrai o pedonali, il cavo dev'essere protetto contro lo schiacciamento (interramento, impiego di un tubo protettivo pesante a sua volta protetto da tegoli antischiacciamento adatti al tipo di transito previsto); analogamente, qualora il

cavo attraversi porte, finestre, botole e simili, curare che esse siano tenute aperte in posizione fissa per evitare che, chiudendosi, possano lesionare il cavo. Se il percorso del cavo è aereo, verificare che i sostegni siano stabili, ben infissi nel suolo o sulle pareti, adeguati al tiro esercitato dai cavi e che l'altezza del cavo rispetto al suolo sia tale da non venire danneggiato dal transito di autoveicoli, attrezzature, materiali, ecc. Nel caso di cavi fissati temporaneamente a strutture (quali ponteggi, paletti, murature, parapetti e simili) mediante fascette o altri supporti equivalenti, verificare che essi non siano stretti al punto da lesionare o addirittura incidere il cavo col rischio di folgorazione e di messa in tensione accidentale della struttura cui esso è fissato;

- verificare che le eventuali *prolunghe* di cavo siano integre, ben conservate e prive di riparazioni di fortuna; in caso contrario, sostituirle. Il cavo delle prolunghe dev'essere di sezione adeguata all'apparecchiatura alimentata e dev'essere del tipo per posa mobile, resistente sia all'acqua che all'abrasione;
- verificare che gli eventuali *adattatori tripli* (chiamati anche derivazioni multiple o in altro modo simile) siano di portata adeguata, integri e ben conservati; in caso contrario, sostituirli. È vietato usare due o più adattatori in serie per non sollecitare a flessione la presa. Se occorrono più di tre derivazioni si possono impiegare i quadretti prese per cantieri;
- effettuare il *distacco delle apparecchiature* dal quadro o dalle prese, agendo unicamente sulla spina (evitando assolutamente di tirare il cavo) e dopo aver verificato che l'interruttore a monte della presa e/o l'interruttore di manovra dell'apparecchiatura siano aperti;
- maneggiare gli apparecchi con *cura*; nel caso particolare degli apparecchi portatili (ad esempio i trapani), afferrare gli stessi unicamente con l'impugnatura per evitare azionamenti accidentali indesiderati;
- sollevare gli apparecchi appoggiati al suolo o su una qualunque altra superficie afferrando gli stessi e non sollevarli agendo sul cavo;
- effettuare eventuali *operazioni di pulizia o di lubrificazione o di riparazione* di macchine ed apparecchi elettrici unicamente con la macchina o l'apparecchio fisicamente disinserito dalla rete (non è sufficiente l'apertura dell'interruttore se non ha funzioni di sezionamento);
- riporre con cura gli apparecchi *dopo l'uso* senza abbandonarli in luoghi da cui potrebbero essere soggetti a caduta o a getti d'acqua o ad altre cause di danneggiamento.

17.1.4. Norme per lavori su impianti elettrici in tensione

Norme per lavori su impianti elettrici in tensione

La Norma CEI 11-48, che è il recepimento della Norma europea CEI EN 50110-1, e la relativa variante 11-48 V1 costituiscono il riferimento, soprattutto organizzativo per l'esecuzione di lavori su impianti elettrici. Infatti tale Norma individua le figure tipiche che intervengono in un lavoro su impianto elettrico ("Persona

preposta alla conduzione dell'impianto" e "Persona preposta alla conduzione del lavoro"), ne regolamenta i loro ruoli e lo scambio di informazioni; prescrive inoltre che le persone interessate a lavori elettrici devono avere determinati requisiti di conoscenza ("Persona esperta" e "Persona avvertita").
La Norma CEI 11-48 non è comunque un testo unico sui lavori elettrici, in quanto la stessa precisa che la normativa previgente elencata nella Norma CEI 11-49 (DPR 547, DPR 164, ecc) restano in vigore, ma fornisce i principi fondamentali, organizzativi ed operativi, cui attenersi.
La conoscenza approfondita della Norma CEI 11-48 è indispensabile per tutti coloro che eseguono attività sugli impianti elettrici.
A titolo puramente esemplificativo, e sicuramente non esaustivo,sono di seguito riportate alcune delle norme di sicurezza da rispettare durante i lavori su impianti elettrici.

Lavori su impianti fuori tensione:

- effettuare gli interventi su un impianto elettrico a bassa tensione già in esercizio (o su una sua porzione) soltanto se sono stati ordinati dal datore di lavoro o da un preposto;
- tali interventi devono essere effettuati, di norma, soltanto dopo aver rispettato le "cinque regole d'oro", cioè dopo aver:
  - sezionato la parte di impianto interessata;
  - essersi assicurati contro la richiusura dei sezionamenti;
  - aver controllato l'assenza di tensione;
  - aver messo in cortocircuito e a terra, con gli appositi dispositivi, tutti i conduttori (neutro compreso) sul posto di lavoro o, nel caso di cavi, nel punto di sezionamento a monte più prossimo al posto di lavoro;
  - aver installato protezioni contro le parti attive adiacenti;
- gli interruttori o i quadri elettrici o gli altri componenti cui è stata tolta tensione devono essere, per quanto possibile, bloccati (meccanicamente o con chiave) apponendo su di essi il cartello di segnalazione che sono in corso lavori e che non si devono effettuare manovre.

Lavori su impianti sotto tensione.

I lavori sotto tensioni sono previsti dalla legislazione e normativa tecnica italiana in bassa, media e alta tensione.
La CEI 11-48, unitamente alla CEI 11-27, forniscono le indicazione per i lavori sotto tensione su installazioni BT. Le persone che eseguono lavori sotto tensione possono essere Esperte o Avvertite, devono avere un bagaglio di conoscenze impiantistiche e di norme di sicurezza tale da poter essere dichiarate idonee all'esecuzione dei lavori sotto tensione. La CEI 11-48 prescrive, inoltre, che i datori di lavoro devono espressamente autorizzare i propri dipendenti all'esecuzione dei lavori sotto tensione precisando anche i lavori per cui sono abilitati.

- Le principali regole da rispettare:
  - utilizzare i necessari dispositivi di protezione individuale (elmetto, visiera, guanti dielettrici);
  - indossare un vestiario che non lasci scoperte parti del tron-

co e degli arti;
- utilizzare attrezzi isolati;
- realizzare la condizione di doppia protezione isolante verso le parti in tensione su cui si interviene (ossia obbligo di operare con due mezzi isolanti in serie: ad esempio, con guanti ed attrezzi isolati);
- mantenere la distanza minima di 15 cm tra le parti in tensione nella zona di intervento e le parti del corpo non coperte da isolante;
- osservare il divieto di operare sotto pioggia, neve, grandine, in presenza di temporali con scariche atmosferiche, in ambienti bagnati, in ambienti con scarsa visibilità.

17.1.5. Norme per l'uso di macchine ed apparecchi non elettrici

Norme per l'uso di macchine ed apparecchi non elettrici

Le principali norme di sicurezza e di salute per l'uso delle macchine e degli apparecchi non elettrici sono:

- verificare che ogni macchina ed apparecchio sia munito di *targa* d'identificazione contenente le sue caratteristiche principali (potenza, velocità, ecc.) la quale dev'essere mantenuta pulita e leggibile; le macchine, ossia i meccanismi muniti di almeno un organo mobile, devono avere la *marcatura CE* se acquistati dopo l'1/1/97;
- prima di utilizzare una qualunque macchina o apparecchiatura, verificare che la stessa si presenti integra, senza lesioni o danneggiamenti evidenti: in caso contrario, non deve essere usata. Verificare che i pannelli di protezione (o carter), gli schermi, i fermi e tutti gli altri dispositivi di protezione siano integri, non rimossi ed efficienti;
- segnalare tempestivamente al datore di lavoro o al preposto ogni *anomalia, rottura o guasto* riscontrati (volute di fumo, mancato funzionamento, rumori anomali, involucri rotti, ecc.);
- maneggiare gli apparecchi con *cura*;
- effettuare eventuali *operazioni di pulizia o di lubrificazione o di riparazione* di macchine ed apparecchi unicamente quando gli stessi sono in condizione di riposo;
- riporre con cura gli apparecchi *dopo l'uso* senza abbandonarli in luoghi da cui potrebbero essere soggetti a caduta o a getti d'acqua o ad altre cause di danneggiamento.

17.1.6. Norme per lavori di prova o di verifica

Norme per lavori di prova o di verifica

Durante l'attività di realizzazione di un impianto elettrico si rendono necessarie alcune prove e verifiche su detto impianto. Inoltre poiché, come detto più sopra, i lavori si svolgono sovente all'interno di un cantiere, all'installatore viene pure, in genere, affidato il compito di gestire l'impianto elettrico del cantiere, specialmente se lo ha anche realizzato e quindi di eseguire altre prove e verifiche. Premesso che, per la citata Norma CEI 11-48 le attività di prova e verifica sono considerate attività lavorative

e che pertanto devono essere eseguite rispettando integralmente le prescrizioni relative ai lavori, alcune delle norme di sicurezza e di salute relative a tali attività sono:

- assumere, per le *verifiche di funzionalità* in corso di esecuzione o al termine dei lavori, una posizione protetta dovendosi prevedere che, per errori di montaggio o per difetto delle apparecchiature montate o per altri motivi, si possano verificare scoppi, cortocircuiti o altri incidenti. È quindi necessario che, all'atto della messa in funzione dell'impianto per la verifica di funzionalità, i lavoratori si tengano lontani (o schermati o comunque protetti) dai centri di possibile incidente (quadri elettrici, motori, ecc.);
- controllare o far controllare periodicamente (almeno ogni tre mesi) l'*integrità dell'impianto di messa a terra*; qualora, a causa della movimentazione e dell'attività di mezzi di lavoro nel cantiere, esso risulti danneggiato (conduttori tranciati, connessioni allentate, ecc.) togliere tensione all'impianto elettrico dell'intero cantiere e provvedere alle necessarie riparazioni o sostituzioni e, soltanto ad intervento ultimato, ridare tensione all'impianto elettrico. Con le medesime modalità si deve operare se l'impianto di messa a terra, durante gli scavi o altre operazioni, viene accidentalmente danneggiato;
- verificare periodicamente (con sufficiente frequenza) il *funzionamento di tutti gli interruttori differenziali* installati nel cantiere agendo sul pulsante di prova; naturalmente gli interruttori non funzionanti devono essere sostituiti. Tale operazione garantisce il corretto funzionamento del differenziale nel tempo.

17.1.7. Altre norme di sicurezza e di salute

Altre norme sulla sicurezza e sulla salute

Per alcuni altri aspetti non indicati o soltanto accennati nei precedenti capitoli si rinvia il lettore all'appendice ove trova norme di sicurezza e di salute relative agli utensili ed attrezzi a mano, alle scale a mano, all'illuminazione del luogo di lavoro, all'esposizione al rumore, alla movimentazione manuale dei carichi, all'uso delle opere provvisionali. Altri aspetti riguardanti la sicurezza e la salute durante il lavoro (illuminazione di sicurezza, illuminazione di segnalazione, servizi logistici, clima, viabilità interna al cantiere, recinzione del cantiere, autoveicoli, mezzi di sollevamento, prevenzione ed estinzione degli incendi, gestione dell'emergenza, ecc.) non sono qui esaminati, anche se importanti, perché di norma sono curati e/o gestiti e/o coordinati dall'impresa che ha l'incarico di allestire il cantiere, in genere l'impresa edile. Naturalmente l'installatore deve attenersi alle disposizioni al riguardo impartite da detta impresa e/o dal coordinatore per la progettazione e/o dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

17.2. FORMAZIONE ED INFORMAZIONE DEL PERSONALE

Formazione ed informazione del personale

È necessario premettere che la "*formazione*" e la "*informazione*" sono due fasi di un unico processo volto a sensibilizzare, istruire ed addestrare i lavoratori sui concetti generali relativi alla sicurezza ed alla salute, sulle norme specifiche per l'uso delle macchine, attrezzature ed apparecchiature, sulle procedure di lavoro, sulle caratteristiche del cantiere, fornendo loro tutte le notizie, sia generali che particolari, necessarie per svolgere l'attività lavorativa nel migliore dei modi, soprattutto sotto il profilo della sicurezza e della salute. Pur non essendo sempre netta la distinzione tra formazione ed informazione, si può tuttavia ritenere, in modo approssimato, che la formazione miri a fornire nozioni riguardanti il posto di lavoro e le mansioni di ogni singolo lavoratore, mentre l'informazione miri a fornire concetti e notizie di carattere generale riguardanti l'attività dell'impresa (rischi, corretto uso dei dispositivi di protezione individuale, corretto uso delle macchine ed attrezzature, primo soccorso, prevenzione incendi, ecc.); per maggiori dettagli sulla differenza tra l'una e l'altra si rinvia agli articoli 21 e 22 del D.Lgs. n° 626 del 19/9/1994.
Ne consegue che la formazione, toccando aspetti di carattere generale, dev'essere effettuata all'atto dell'assunzione del lavoratore e ripetuta periodicamente (ogni 2 o 3 anni) o in occasione di una modifica delle mansioni del lavoratore stesso, mentre l'informazione dev'essere effettuata ogniqualvolta si inizia l'attività in un nuovo cantiere. Ad ogni modo, la differenza tra formazione ed informazione è relativamente ininfluente in quanto necessarie e fondamentali entrambe.
L'*opera di formazione ed informazione* non può consistere in una mera consegna ai lavoratori di copia di documenti vari (documento di valutazione dei rischi, schede di lavorazione, manuali di uso e manutenzione delle macchine e delle attrezzature, estratti di norme o testi, ecc.), neppure se la consegna è effettuata pretendendo una firma di ricevuta da parte dei lavoratori.
Detta opera di formazione ed informazione deve consistere in un'esposizione dettagliata degli argomenti, corredata da esempi ed eventualmente con l'ausilio di mezzi audiovisivi, cui devono seguire i necessari riscontri (da farsi mediante colloqui, conversazioni guidate, test o altri sistemi) sull'effettivo apprendimento delle norme di sicurezza e delle norme di regola d'arte. Si suggerisce, affinché gli incontri di formazione ed informazione siano efficaci, di far partecipare ad essi non più di 15-20 lavoratori per volta.
Un possibile esempio di programma di formazione ed informazione dei lavoratori di un'impresa installatrice di impianti elettrici è il seguente:

Formazione del personale

a - formazione:

- notizie generali sull'impresa installatrice (dimensione, settore di attività, obiettivi, organigramma, ecc.);
- principali concetti di elettrotecnica (tensione, corrente, potenza, energia, fattore di potenza);
- principali fenomeni elettrici (caduta di tensione, sovraccarico, cortocircuito, fulminazione atmosferica);

- principali componenti di un impianto elettrico (cavi, condutture, quadri, connettori, morsetti, prese, interruttori, impianto di terra, antenne TV, ecc.);
- punto di consegna, contatori;
- normativa tecnica (norme CEI ed UNI), principali passi delle norme relative agli impianti elettrici;
- schemi elettrici e loro lettura;
- cenni sulle principali norme legislative riguardanti la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- doveri del datore di lavoro, dei dirigenti, dei preposti e dei lavoratori;
- compiti e responsabilità del medico competente, del responsabile del servizio di prevenzione e protezione, del rappresentante dei lavoratori, dei lavoratori incaricati della gestione dell'emergenza;
- rischio elettrico (folgorazione, contatto diretto ed indiretto, ustioni da corrente elettrica, dispositivi di protezione individuale, ecc.);
- altri rischi (caduta di persone dall'alto, caduta di oggetti, inciampi e scivolamenti, rischi da uso di sostanze chimiche, radiazioni non ionizzanti, ecc.);
- dispositivi di protezione individuale, loro uso e manutenzione;
- macchine ed attrezzature, loro uso e manutenzione;
- principali opere provvisionali utilizzate (ponteggi, trabattelli, recinzione area di lavoro, ecc.);
- segnaletica di sicurezza;
- movimentazione manuale e meccanica dei carichi;
- prevenzione ed estinzione degli incendi;
- rumore;
- circolazione su strada;
- sorveglianza sanitaria (lavorazioni soggette a sorveglianza sanitaria, mezzi protettivi necessari, ecc.);
- cenni di primo soccorso (preferibilmente a cura di un medico e con esercitazioni di rianimazione bocca a bocca e di massaggio cardiaco esterno);
- compilazione dei documenti di lavoro;
- deontologia (rapporti col cliente, rapporti con altre imprese e coi fornitori, ecc.);
- eventuali altri argomenti.

Informazione del personale

b - informazioni specifiche:

- descrizione dello specifico cantiere di lavoro;
- descrizione dei lavori da eseguire e norme tecniche specifiche ad essi relative;
- schema elettrico dei lavori da eseguire;
- rapporti con le altre imprese operanti nel medesimo cantiere;

- macchine ed attrezzature da utilizzare;
- possibili emergenze;
- eventuali argomenti di informazione (vedi sopra) aventi particolare e peculiare applicazione nello specifico cantiere di lavoro;
- eventuali altri argomenti.

Gli incontri di formazione ed informazione devono essere condotti da una persona esperta e competente con buone capacità di colloquio e di spiegazione ed in grado di mantenere nell'uditorio un clima di attenzione e di serenità. Allo scopo, tali incontri possono essere condotti personalmente dal datore di lavoro, se ritiene di avere le doti appena indicate, o da un suo tecnico, ovviamente dotato delle citate doti. Se né il datore di lavoro né un suo tecnico sono in grado di provvedervi, non rimane altra scelta che rivolgersi ad un'azienda specializzata in formazione ed informazione del personale.
In definitiva i lavoratori, qualunque siano le loro mansioni, devono essere convenientemente *istruiti, addestrati e tenuti aggiornati* sia sulle regole dell'arte, sia sulle norme di sicurezza riguardanti i lavori ad essi assegnati, sia sulle macchine, attrezzature, apparecchi, utensili e dispositivi di protezione loro affidati. In particolare i *lavoratori neoassunti* privi di specifica preparazione devono, almeno per i primi 15 giorni lavorativi e comunque fintantoché dimostrino un sufficiente grado di conoscenza, essere affiancati ad un lavoratore esperto e non devono, per il suddetto periodo, essere adibiti in via autonoma né all'uso di macchine, attrezzature ed apparecchi potenzialmente pericolosi (argano, smerigliatrice, motosega, ecc.), né all'esecuzione di lavori pericolosi (lavori in tensione, lavori su tetti, ecc.).
In appendice C è possibile trovare ulteriori specifiche indicazioni sulla sicurezza nei cantieri di lavoro.

APPENDICE A

ELENCO DELLE PRINCIPALI DISPOSIZIONI DI LEGGE

Vengono elencate nelle tabelle sotto riportate le principali disposizioni di legge sugli impianti elettrici, sulla sicurezza e salute dei lavoratori, indicando il riferimento legislativo e gli estremi di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e il titolo.

Tab. A1 Principali disposizioni legislative sugli impianti elettrici

Riferimento legislativo	Estremi della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale	Titolo della disposizione legislativa e suo contenuto
D.P.R. 11/7/1967 n° 822	25/12/1967 n° 240	"Riconoscimento della personalità giuridica del Comitato Elettrotecnico Italiano – CEI, con sede in Milano". *(Viene riconosciuta la personalità giuridica del CEI).*
L. 1/3/1968 n° 186	23/3/1968 n° 77	"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici". *(Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte; se realizzati secondo le norme CEI, si considerano costruiti a regola d'arte).*
D.P.R. 20/1/1971 N° 134	7/4/1971 n° 86	"Riconoscimento della personalità giuridica dell'Istituto italiano del marchio di qualità, con sede in Milano ". *(Costituzione, finalità e competenze IMQ).*
L. 10/10/1997 N° 791	2/11/1997 n° 298	Attuazione della direttiva 73/23 CEE relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione. (Marcatura CE del materiale elettrico).
D.M. 15/12/1978	28/6/1979 n° 176	"Designazione del Comitato elettrotecnico italiano quale organismo italiano di normalizzazione elettrotecnica ed elettronica ". *(Incarico al CEI di partecipare ai lavori comunitari per l'elaborazione di norme tecniche armonizzate).*
D.P.R. 21/7/1982 n° 675	24/9/1982 n° 264	"Attuazione della direttiva (CEE) n. 196 del 1979 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale si applicano taluni metodi di protezione". *(Riguarda il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva. Marchio distintivo comunitario).*
D.P.R. 24/7/1996 n° 503	27/9/1996 n° 227	"Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

D.M. 19/8/96	12/9/1996 n° 214	"Approvazione della regola tecnica di prevenzioni incendi per la progettazione, costruzione ed esercizi dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo".
D.P.R. 21/7/1982 n° 727	12/10/1982 n° 281	"Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/117 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva". *(Riguarda il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera potenzialmente esplosiva).*
D.M. 23/12/1982	29/12/1982 n° 356	"Autorizzazione alle unità sanitarie locali ad esercitare alcune attività omologative di primo o nuovo impianto, in nome e per conto dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro". *(Competenza dell'A.S.L. per le verifiche degli impianti di messa a terra e degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche).*
D.M. 16/5/1987 n° 246	27/6/1987 n° 148	"Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione". *(Dispone la presenza dell'illuminazione di sicurezza negli edifici di civile abitazione con altezza antincendio maggiore di 32 m).*
D.M. 21/3/1988	5/4/1988 n° 79	"Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne". *(Contiene le distanze di rispetto delle linee elettriche dalle opere circostanti, in particolare dai fabbricati - Recepisce le norme CEI 11-4).*
L. 5/3/1990 n° 46	12/3/1990 n° 59	"Norme per la sicurezza degli impianti". *(Vedere capitolo 1.3).*
D.M. 16/1/1991	16/2/1991 n° 40	"Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne". *(Contiene le distanze di rispetto dei fabbricati dalle linee elettriche).*
D.P.R. 6/12/1991 n° 447	15/2/1992 n° 28	"Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 n° 46 in materia di sicurezza degli impianti". *(Vedere capitolo 1.3).*
D.M. 20/2/1992	28/2/1992 n° 49	"Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 n° 46 recante norme per la sicurezza degli impianti". *(Vedere capitolo 1.3).*
D.P.C.M. 23/4/1992	6/5/1992 n° 104	"Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". *(Contiene i limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici e le distanze di rispetto dei fabbricati dalle linee elettriche ad alta tensione).*
D.M. 26/8/1992	16/9/1992 n° 218	"Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica". *(Contiene disposizioni sull'interruttore generale, sull'impianto elettrico di sicurezza e sui sistemi di allarme nelle scuole).*
D.P.R. 18/4/1994 n° 392	18/6/1994 n° 141	"Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza". *(Vedere capitolo 1.3).*
D.M. 15/10/1993 n° 519	16/12/1993 n° 294	"Regolamento recante autorizzazione all'Istituto superiore prevenzione e sicurezza del lavoro ad esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione dalle scariche atmosferiche ". *(L'ISPESL omologa gli impianti di messa a terra e gli impianti di protezione contro i fulmini. Le verifiche rimangono di competenza delle ASL).*

D.M. 9/4/1994	20/5/1994 n° 116	"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere". *(Contiene disposizioni sulla suddivisione degli impianti, sull'impianto elettrico di sicurezza e sui sistemi di allarme nei locali adibiti ad attività alberghiera).*
D.M. 18/3/1996	11/4/1996 n° 85	"Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi". *(Contiene disposizioni sulla suddivisione degli impianti, sull'impianto elettrico di sicurezza, sul quadro elettrico generale e sui sistemi di allarme negli impianti sportivi).*
D.Lgs. 12/11/1996 n° 615	6/12/1996 n° 214	"Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993". *(Gli apparecchi elettrici devono funzionare emettendo e subendo limitati disturbi elettromagnetici – Marcatura CE).*
D.Lgs. 25/11/1996 n° 626	14/12/1996 n° 293	"Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione". *(Marcatura CE del materiale elettrico).*
CIRC. 29/5/1997	12/6/97 n°	*(Chiarimenti sul decreto legislativo 12/11/1996 n° 615).*
D.Lgs. 31/7/1997 n° 277	20/8/1997 n° 193	"Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n° 626 recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione". *(Marcatura CE del materiale elettrico).*
D.M. 20/11/1997 n° 476	13/1/1998 n° 9	"Regolamento recante norme per il recepimento delle direttive 91/157/CEE e 93/68/CEE in materia di pile ed accumulatori contenenti sostanze pericolose". *(Marcatura delle pile e degli accumulatori – Raccolta differenziata delle pile e degli accumulatori esauriti).*

Tab. A2 Principali disposizioni legislative sulla sicurezza e sulla salute dei lavoratori

Riferimento legislativo	Estremi della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale	Titolo della disposizione legislativa e suo contenuto
D.P.R. 27/4/1955 n° 547	12/7/1955 n° 158	"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro". *(È il testo di legge fondamentale per la prevenzione degli infortuni – Indica le caratteristiche di sicurezza delle macchine e degli apparecchi, detta le norme di comportamento dei lavoratori, contiene norme sia sugli impianti elettrici che sui lavori su detti impianti).*
D.P.R. 7/1/1956 n° 164	31/3/1956 n° 78	"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni". *(È il testo fondamentale per le costruzioni, ossia per l'attività di cantiere – Contiene il divieto di operare a meno di 5 metri dai conduttori delle linee elettriche aeree).*

D.P.R. 19/3/1956 n° 303	30/4/1956 n° 105	"Norme generali per l'igiene del lavoro". *(Contiene norme sugli ambienti di lavoro, sulla difesa dagli agenti nocivi, sui servizi sanitari – Contiene l'elenco delle lavorazioni soggette a visita medica).*
L. 5/3/1963 n° 292	27/3/1963 n° 83	"Vaccinazione antitetanica obbligatoria". *(Contiene l'obbligo della vaccinazione antitetanica per i lavoratori nei cantieri).*
D.M. 16/2/1982	9/4/1982 n° 98	"Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi". *(Contiene l'elenco dei locali e delle attività soggette a visita e controllo da parte dei Vigili del fuoco).*
D.Lgs. 15/8/1991 n° 277	27/8/1991 n° 200	"Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990 n° 211". *(Contiene le misure di sicurezza e di salute contro i rischi da piombo, amianto e rumore).*
D.Lgs. 19/9/1994 n° 626	12/11/1994 n° 265	"Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro". *(È uno dei testi fondamentali per la sicurezza e la salute dei lavoratori – Istituisce nuove figure e procedure di sicurezza e salute).*
D.Lgs. 19/3/1996 n° 242	6/5/1996 n° 104	"Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994 n° 626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro". *(contiene numerose modifiche al D.Lgs. 626/94).*
D.P.R. 24/7/1996 n° 459	6/9/1996 n° 209	"Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine". *(È la cosiddetta "direttiva macchine" – Contiene i requisiti di sicurezza delle macchine necessari per apporvi la marcatura CE).*
D.Lgs. 14/8/1996 n° 494	23/9/1996 n° 223	"Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili". *(È la cosiddetta "direttiva cantieri" – Contiene le procedure di sicurezza per il lavoro nei cantieri, istituisce le due figure di coordinatore per la progettazione e di coordinatore per l'esecuzione dei lavori, istituisce il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano generale di sicurezza).*
D.M. 10/3/1998	7/4/1998 n° 81	"Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro". *(Contiene norme sulla valutazione dei rischi d'incendio, sulle misure preventive e protettive, sulla gestione dell'emergenza e sulla formazione alla gestione dell'emergenza).*
D.Lgs. 19/11/1999 n° 528	18/1/2000 n° 13	"Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili". *(Contiene modifiche ed integrazioni alla cosiddetta "direttiva cantieri"; in particolare istituisce l'obbligo della redazione del piano operativo di sicurezza).*

APPENDICE B

ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME TECNICHE

Nella tabella seguente sono elencate le principali norme CEI da utilizzare negli impianti elettrici.

Tab. B1 Norme CEI da utilizzare negli impianti elettrici

Numero della norma	Edizione	Titolo della norma
0-2	1995	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
0-3 0-3 V1	1996 1999	Legge 46/90: guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.
8-6	1998	Tensione nominale per sistemi di distribuzione pubblica dell'energia elettrica a bassa tensione.
11-1 11-1 V1	1999 2000	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
11-4	1998	Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
11-4 Variante V1	1999	*(Contiene modifiche alla norma 11-4 relative alle distanze di rispetto dai fabbricati).*
11-17	1992	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
11-25	1997	Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata.
11-28	1998	Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
11-48 11-48 V1 CEI EN 50110-1	1998 2000	Esercizio degli impianti elettrici.
12-43 CEI EN 50083-1	1998	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e sonori. Parte 1: prescrizioni di sicurezza.
12-43 Variante V1	1998	*(Contiene le prescrizioni per i segnali multimediali interattivi. Contiene anche aggiornamenti e integrazioni della normativa).*
17-11 CEI EN 60947-3	1998	Apparecchiatura a bassa tensione. Interruttori di manovra. Sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili.

17-13/1 CEI EN 60439-1	2000	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove (ANS).
17-13/2 CEI EN 60439-2	2000	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per BT) – Parte 2: Condotti sbarre.
17-13/3	1997	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte terza: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso.
17-13/4 CEI EN 60439-4	1998	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 4: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
17-41 CEI EN 61095	1998	Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari.
17-45 CEI EN 60947-5-1	1998	Apparecchiatura di bassa tensione. Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra. Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando.
17-53 CEI EN 60947-5-2	1999	Apparecchiatura di bassa tensione. Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra. Interruttori di prossimità.
CEI 17-70	1999	Guida all'applicazione della norme dei quadri di bassa tensione.
20-19 (serie)	1999	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
20-20 (serie)	1997	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
20-39/1	1999	Cavi per energia ad isolamento minerale con tensione di esercizio non superiore a 750 V.
20-40	1998	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
20-45	1997	Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale non superiore a 0,6 / 1 kV.
20-67	2000	Guida per l'uso dei cavi 0,6 / 1kV
23-3 CEI EN 60898	1999	Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
23-9 CEI EN 60669-1	1996	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Prescrizioni generali.
23-12/1/2 CEI EN 60309-1	2000	Spine e prese per uso industriale.
23-19	1983	Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa.
23-19 Variante V1	1986	
23-20 CEI EN 60998-1	1997	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
23-21 CEI EN 60998-2-1	1998	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico e similare. Parte 2.1: Prescrizioni particolari per dispositivi di connessione come parti separate con unità di serraggio di tipo a vite.
23-31	1997	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi.
23-32	1997	Sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete.

23-39 CEI EN 50086-1	1997	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte1: Prescrizioni generali.
CEI 23-42 CEI EN 61008-1	1999	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali
CEI 23-43 CEI EN 61008-2-1 + V1	1999	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.
CEI 23-44 CEI EN 61009-1	1999	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali
CEI 23-45 CEI EN 61009-2-1	1997	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.
23-46 CEI EN 50086-2-4	1997	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Tubi interrati.
23-48	1998	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
23-49	1996	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
23-50	1998	Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
23-51 + V1	1998	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
23-54 CEI EN 50086-2-1 + V1	1999	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2.1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori.
23-55 CEI EN 50086-2-2 +V1	1999	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2.2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli ed accessori.
23-56 CEI EN 50086-2-3 + V1	1999	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2.3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili ed accessori.
23-58 CEI EN 50085-1	1997	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
23-59 CEI EN 60669-2-3	1998	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Interruttori a tempo ritardato.
23-60 CEI EN 60669-2-1	1997	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Interruttori elettronici.
23-62 CEI EN 60669-2-2	1998	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Interruttori con comando a distanza.
24-1	1997	Simboli letterali da usare in elettrotecnica.
31-30 CEI EN 60079-10	1996	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi.
31-33 CEI EN 60079-14	1998	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
31-34 CEI EN 60079-17	1998	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 17: verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).

31-35	2001	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi.
31-35/A	2001	Esempi di applicazione
64-11	1998	Impianti ellettrici per mobili.
64-13	1998	Guida alla norma CEI 64-4 "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico"
64-15	1998	Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica.
34-21 CEI EN 60598-1	1998	Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove.
34-22 CEI EN 60598-2-22	1999	Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
64-2 e 64-2/A[1]	1990	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione.
64-7	1998	Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari.
64-8 (tutte le parti) 64-8 V1	1998 2001	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
64-12	1993	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
64-14	1996	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
64-17	2000	Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri.
64-50	2000	Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
64-51	1999	Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali.
64-52	1999	Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici.
70-1 CEI EN 60529	1997	Gradi di protezione degli involucri.
79-3	1998	Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione.
81-1	1990	Protezione di strutture contro i fulmini.
81-4	1999	Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine.
81-4 Variante V1	1998	*(Valutazione del rischio dovuto al fulmine).*
100-6 CEI EN 50083-7	1997	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e sonori. Parte 7: prestazioni dell'impianto.
100-7	1997	Giuda per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna per ricezione radiofonica e televisiva.
306-2	1997	Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali.
81-3	1998	Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per cm^2 dei comuni d'Italia.
81-5	2000	Componenti per la protezione contro i fulmini.
64-8/7 V2[2]	2001	Locali ad uso medico

1. La Norma CEI 64-2 e stata abrogata e sostituita dalle Norme CEI 31-30 e 31-33; essa resta in vigore solo per i capitoli relativi al rischio dovuto alla presenza di sostanze esplosive e di polveri infiammabili e per le Appendici riportate nella Norma CEI 64-2/A. La Norma CEI 64-2/A sarà abrogata completamente il 1° settembre 2001
2. Questa Norma sostituirà dal 1° settembre 2001 la Norma CEI 64-4

Tab. B2 Altre pubblicazioni del cei

Riferimento	Edizione	Titolo della pubblicazione
Fascicolo 1335 P	1990	Effetti della corrente attraverso il corpo umano
CEI-UNEL Tabella 00722	1987	Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o PVC per energia o per comandi e segnalazioni, con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.
CEI-UNEL 35024/1	1997	Cavi elettrici con materiale elestomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI UNEL 35024/2	1997	Cavi elettrici ad isolamento minerale. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI-UNEL Tabelle varie	Anni vari	*Cavi elettrici isolati di vario tipo per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua).*
	1996	Schede funzionali di impiantistica elettrica.
	1997	Dichiarazione di conformità.
		Procedure per l'omologazione di impianti di protezione contro le scariche atmosferiche e impianti di terra.
		Manuale di disegno elettrotecnico.
CEI 20-65	2000	Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Metodi di verifica termica (portata) per i cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.

APPENDICE C

ASPETTI SPECIFICI DI SICUREZZA NEI CANTIERI DI LAVORO

A fronte delle prescrizioni contenute nel cap. 17, vengono nel seguito fornite alcune indicazioni aggiuntive che trattano alcuni aspetti specifici.

1. UTENSILI E ATTREZZI A MANO

Utensili e attrezzi a mano

Gli utensili e gli attrezzi a mano utilizzati durante il lavoro sono assai numerosi, comprendendo sia gli utensili e gli attrezzi tradizionali, sia quelli per lavorazioni specifiche. Tra gli utensili e gli attrezzi più comuni si citano: il martello, lo scalpello, il cacciavite, la lima, la raspa, la pinza, il tronchesino, lo spellacavi, le forbici, la cesoia, il coltello, il punteruolo, la chiave inglese, le chiavi fisse, la chiave a bussola, la chiave dinamometrica, il serratubi, la trancia, il pennello, il piccone, il palanchino, la sega, il seghetto, il taglierino, la carriola, gli strumenti elettrici di misura portatili, le funi di servizio e numerosi altri ancora. Le principali norme di sicurezza da osservare per l'uso degli utensili e degli attrezzi a mano sono le seguenti, indipendentemente dal fatto che gli stessi siano in dotazione individuale o collettiva:

Principali accorgimenti di sicurezza per uso degli utensili

- verificare l'*integrità*, il buono *stato di conservazione* e la *pulizia* dell'utensile o dell'attrezzo prima del suo uso; scartare o avviare alla riparazione quelli non più integri. In particolare verificare che le teste di martelli e scalpelli non presentino sbavature (da rimuovere, se esistenti, per evitare proiezione di schegge), che i manici o le impugnature degli attrezzi non siano fessurate o scheggiate o comunque deteriorate ed in grado di ferire le mani, che gli utensili e gli attrezzi da taglio (trancia, cesoia, ecc…) abbiano le lame idoneamente affilate e taglienti, che le chiavi non abbiano i bordi slabbrati o i denti smussati, che le funi di servizio non siano sfilacciate o annodate, che gli utensili e gli attrezzi isolati per lavori su impianti elettrici in tensione abbiano il rivestimento isolante integro e privo di fessure o soluzioni di continuità, che gli strumenti elettrici di misura non abbiano i cavi di alimentazione lesionati o i morsetti rotti. È vietato utilizzare utensili o attrezzi

unti, viscidi o comunque in condizioni tali che, durante l'uso, possano scivolare;

- assumere sempre, durante il lavoro, una *posizione stabile e sicura* per evitare che un'improvvisa reazione nell'uso dell'utensile o dell'attrezzo (ad esempio l'improvvisa perdita di contatto sul dado con una chiave fissa) provochi la caduta o lo sbandamento del lavoratore e analogamente assicurarsi che la posizione degli altri lavoratori eventualmente vicini sia tale da non venir colpiti; durante l'uso di attrezzi che richiedono un largo campo d'azione (piccone, ecc…) assicurarsi che altri lavoratori non siano eccessivamente vicini per evitare di colpirli;
- assicurarsi che l'*illuminazione* sia adeguata, soprattutto per le lavorazioni che richiedono finezza visiva (uso del cacciavite, del punteruolo, ecc…);
- non utilizzare gli utensili e gli attrezzi per un *uso diverso* da quello cui sono destinati (ad esempio la pinza non deve essere usata come martello); per ogni tipo di lavoro utilizzare l'utensile o l'attrezzo idoneo senza ricorrere a pericolosi mezzi di fortuna (ad esempio per serrare un dado utilizzare la chiave fissa di misura appropriata e non una chiave di dimensioni maggiori munita di spessori, per serrare una vite utilizzare il cacciavite di misura adeguata all'intaglio della vite);
- *non modificare le prestazioni* di un utensile o di un attrezzo con mezzi di fortuna o accessori non appositamente previsti per lo scopo (ad esempio non si deve prolungare una chiave fissa con uno spezzone di tubo per aumentare la coppia di serraggio o di sbloccaggio);
- non usare gli utensili e gli attrezzi da *taglio* (forbici, cesoie, taglierino, coltello, ecc…) tenendoli rivolti verso il corpo; analoga precauzione dev'essere adottata nell'uso di quegli attrezzi che pur non essendo da taglio potrebbero tuttavia ferire se rivolti contro il corpo (ad esempio il cacciavite);
- azionare con entrambe le mani i grossi attrezzi da taglio o da trazione evitando di appoggiarne il manico o altre parti al torace;
- non appoggiare gli utensili e gli attrezzi in posizione precaria e instabile (su muretti, cornicioni, ringhiere, ecc…) al fine di evitarne la caduta, soprattutto se si lavora in elevazione, ma riporli di volta in volta nell'apposita borsa porta-attrezzi o in posizione sicura e non suscettibile di caduta;
- riporre entro le apposite *custodie* gli attrezzi affilati e taglienti (coltelli, taglierini, ecc…) quando non vengono adoperati; analogamente gli attrezzi appuntiti (punteruolo, cacciavite, ecc…), quando non vengono adoperati, devono essere riposti nell'apposita borsa porta-attrezzi e non in tasca;
- impiegare entro il limite della loro portata le *funi di servizio*

utilizzate per sollevare o far discendere materiali ed attrezzature; esse non devono essere trascinate sul terreno o su superfici ruvide, non devono essere sottoposte a schiacciamenti da parte di carrelli o veicoli, devono essere tenute lontano da fonti di calore o da scintille, non devono appoggiare su spigoli vivi e taglienti (se necessario, interporre opportuni spessori) e non devono essere contaminate da prodotti chimici (vernici, solventi, ecc…);

- segnalare immediatamente al proprio preposto ogni *difetto o anomalia o rottura* verificatasi durante l'uso di utensili e attrezzi;
- non abbandonare gli utensili e gli attrezzi al termine dei lavori ma *riporli con cura*, pulendo quelli che risultassero sporchi, unti o viscidi; non abbandonare sul luogo di lavoro chiodi, viti, tasselli, morsetti e qualunque altro oggetto che potrebbe ferire le mani o i piedi;
- *verificare periodicamente* lo stato di tutti gli utensili e gli attrezzi, sia quelli in dotazione personale che quelli in dotazione collettiva, in particolare di quelli di più raro uso o non usati da molto tempo; se necessario, provvedere alla loro pulizia e lubrificazione ed al serraggio di perni, dadi, cremagliere e simili. Sostituire o avviare alla riparazione quelli non più idonei.

2. SCALE A MANO: USO IN SICUREZZA

Scale a mano

Le scale a mano, ossia trasportabili e posizionabili a mano, sono di diversi tipi (semplici a un solo tronco, a più tronchi "all'italiana", a più tronchi "a sfilo", doppia o "a libro", "a seggiola", snodabile) e di diversi materiali (in legno, metalliche, in vetroresina). Le scale a mano sono sovente chiamate anche "scale portatili".

Utilizzo delle scale a mano

Le principali norme di sicurezza per l'impiego delle scale a mano sono le seguenti:

- verificare che in ogni tronco di scala a due montanti, in particolare in quelle di legno, i *pioli* siano incastrati nei montanti i quali devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi (oltre che con un tirante intermedio, nei tronchi di scala più lunghi di 4 m); non utilizzare scale, o tronchi di scala, non conformi a quanto appena indicato;
- verificare che le scale a mano semplici a due montanti ad un sol tronco e i tronchi di base delle scale a più tronchi siano muniti di *piedini antisdrucciolevoli* oppure di ganci di trattenuta alle estremità superiori;
- trasportare le scale con particolare cautela quando la visuale non è completamente libera (angoli, recinzioni, depositi di materiali, ecc...);

Utilizzo scale a mano

- verificare a vista, prima dell'uso, l'*integrità* ed il buono *stato di conservazione* delle scale ed in particolare dei pioli e dei montanti che devono essere privi di fessurazioni e scheggiature e dei tiranti che devono essere ben serrati. Scartare o inviare alla riparazione le scale che non risultano idonee. Verificare che i pioli non siano infangati, unti o comunque tali da rendere scivoloso l'appoggio del piede;
- per quanto possibile, per evitare sbandamenti e/o slittamenti e/o rovesciamenti, le scale semplici ad un sol tronco e le scale a più tronchi devono essere *vincolate*, alla sommità, alla parete o comunque ad una parte stabile e non cedevole. Se tale misura non è attuabile, in particolare durante la prima salita per vincolare la scala o l'ultima discesa a scala ormai svincolata, le scale durante la salita e la discesa devono essere trattenute al piede con ambedue le mani da un lavoratore che deve esercitare una continua vigilanza. Curare che entrambi i montanti appoggino alla parete; è vietato appoggiare la scala a spigoli, canali di gronda, funi, porte non chiuse a chiave, rami, vetrate e simili. Verificare che la sommità della scala non sia prossima a *linee elettriche aeree in conduttori nudi* in tensione e che si trovi da esse ad una distanza tale da garantire che l'operatore, tenuto conto dei suoi possibili movimenti e degli attrezzi e/o materiali usati, si trovi sempre a più di 5 metri dalle medesime;
- verificare che la *base di appoggio* delle scale sia stabile e non scivolosa; fare uso in ogni caso dei piedini antisdrucciolevoli. Se il terreno è cedevole o fangoso inserire sotto i piedini una tavola di legno o una piastra sufficientemente larga e lunga in modo da offrire garanzie di appoggio sicuro e di buona ripartizione della pressione sul terreno;
- compensare l'eventuale *dislivello* dei due punti di appoggio dei piedini ricorrendo per uno dei due montanti all'apposito piedino antisdrucciolevole regolabile in altezza o, se tale piedino non è disponibile, ad altro idoneo ed equivalente sistema;
- far *sporgere di almeno un metro oltre il piano di accesso* i montanti della scala se essa è utilizzata per accedere a un piano superiore (o per discendere dallo stesso). Le aperture delle solette che servono per l'accesso ai vari piani devono essere delimitate da un solido parapetto con l'altezza minima di un metro e munito di tavola fermapiedi e di corrente intermedio;
- verificare che la lunghezza in opera delle scale a due montanti a più tronchi all'italiana o a sfilo non superi i *15 m*;
- verificare che le scale a due montanti in opera lunghe più di 8 m siano munite di *rompitratta* per ridurre l'inflessione delle stesse durante la salita e la discesa; il rompitratta dev'essere messo in opera in modo tale che si trovi ad un'altezza pari a circa i 2/3 della scala e che sia distanziato di circa 10-15 cm

dalla parete a scala scarica per evitare l'inversione della curvatura della scala con pericolo di cedimento della stessa;

- verificare che l'**inclinazione rispetto al suolo** delle scale a mano ad un sol tronco o a più tronchi sia di circa 75°, ossia che il "piede" della scala (inteso come distanza tra la linea di appoggio della scala sul suolo e la proiezione verticale della linea di appoggio superiore dei montanti) sia circa un quarto dell'altezza (intesa come altezza misurata verticalmente da terra alla linea di appoggio superiore dei montanti). Si ricorda che un piede troppo piccolo, cioè minore di circa un quarto dell'altezza, può provocare il ribaltamento della scala, mentre un piede troppo grande provoca eccessive oscillazioni della scala con pericolo di rottura della stessa;

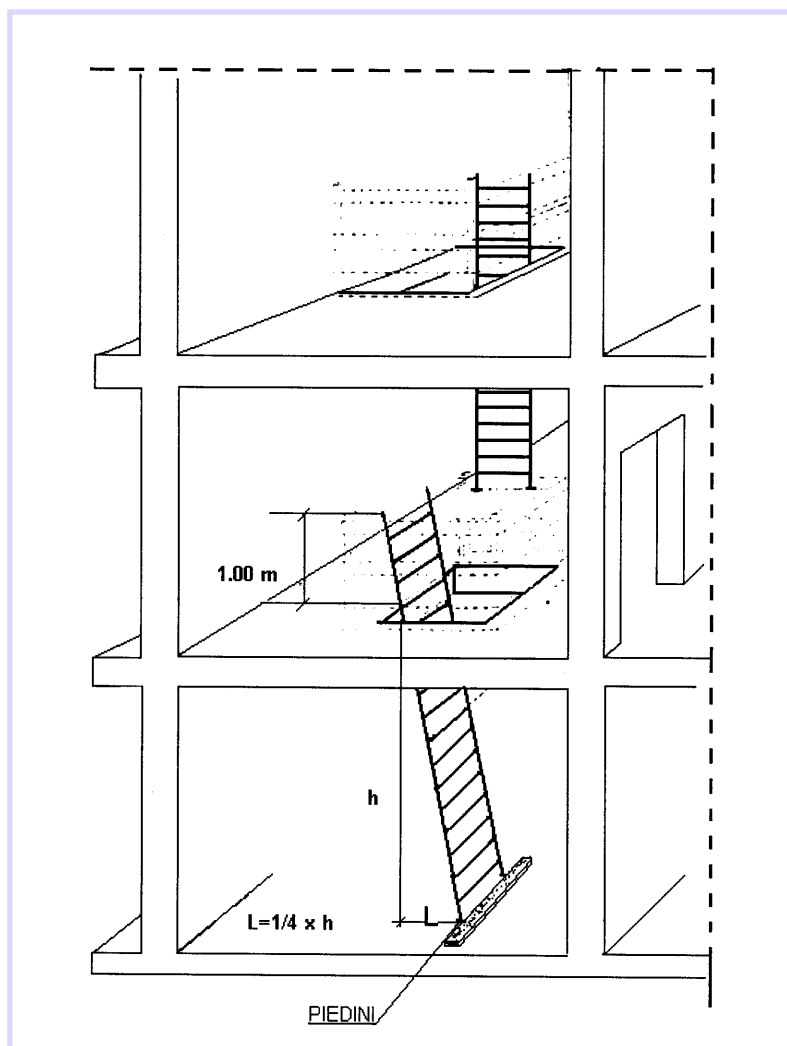



Fig. 1 Scale a mano. Sporgenza oltre il piano di accesso e inclinazione rispetto al suolo

Utilizzo scale a mano

- nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala quando se ne effettua lo *spostamento* o la *sistemazione*; sulla scala, una volta posizionata, *è vietata la presenza contemporanea di due o più lavoratori*;
- curare che, durante l'esecuzione dei lavori, un lavoratore eserciti da terra una continua *vigilanza* della scala; se il lavoratore a terra ha necessità di allontanarsi, deve prima far scendere il lavoratore sulla scala. Se necessario, la *zona di lavoro* alla base della scala dev'essere delimitata con barriere o con apposita segnalazione; inoltre l'area attorno alla base della scala dev'essere libera da ostacoli che impediscano una corretta posa al suolo dei piedi dei lavoratori;
- effettuare la *salita* e la *discesa* della scala rivolgendo il viso, e non la schiena, alla scala, ed aggrappandosi alternativamente ai pioli, e non ai montanti, in modo da mantenere comunque sempre tre punti di appoggio. Le mani devono essere libere e, quindi, gli attrezzi di lavoro devono essere sistemati nell'apposita borsetta chiusa a tracolla o alla cintola;
- sollevare o calare con la *fune di servizio* i materiali e gli oggetti pesanti;
- non fissare alle scale *apparecchi di sollevamento e/o di trazione* e comunque apparecchi o strumenti o attrezzi che esercitano sforzi sulla scala; il lavoratore sulla scala non deve esercitare *sforzi di trazione o di compressione*;
- non salire sui pioli dal terzultimo, compreso, in su per evitare di assumere ***posizioni precarie ed instabili***, a meno che il lavoratore sia agganciato o vincolato ad un elemento stabile e sicuro mediante l'imbracatura di sicurezza;
- curare che nelle scale a due montanti a più tronchi a sfilo, i montanti tra un tronco e il successivo abbiano un *sormonto* pari ad almeno tre pioli;
- eseguire con attenzione l'operazione di *sfilo* o di *recupero* dei tronchi delle scale a due montanti a più tronchi a sfilo; coordinare bene i movimenti ed agire sui montanti, e non sui pioli, per evitare pericoli di schiacciamento alle dita delle mani;
- verificare, prima dell'uso, l'integrità ed il buono stato di conservazione delle *scale doppie* (che, si ricorda, non possono essere di altezza superiore a 5 metri); in particolare verificare le cerniere e la catena (o la fune o altro idoneo dispositivo) che impedisce l'apertura della scala oltre la normale posizione di lavoro;
- onde evitare possibili incidenti, sarebbe consigliabile non lasciare le scale montate durante gli *intervalli* dell'orario di lavoro.

3. ILLUMINAZIONE

Illuminazione ordinaria nella zona di lavoro

L'illuminazione ordinaria, per le normali attività lavorative o per illuminare una particolare area di lavoro, può essere quella diurna naturale quando essa è sufficiente o quella elettrica negli altri casi (locali interrati, ore semibuie o buie della giornata). L'illuminazione elettrica è effettuata con apparecchiature fisse o con apparecchiature trasportabili (montate in genere su cavalletti) o con apparecchiature portatili (lampade portatili). Le apparecchiature fisse o trasportabili che possono essere soggette alla pioggia, a spruzzi o getti di acqua devono avere grado di protezione pari almeno a IP 55. Per le apparecchiature trasportabili utilizzate nei luoghi conduttori ristretti, vale quanto detto nel capitolo 17.1.3, ossia devono essere di classe III oppure di classe II alimentate con separazione elettrica oppure a batteria.
L'illuminazione ordinaria nei luoghi e nei locali di lavoro dev'essere *sufficiente per svolgere tutte le operazioni* di lavoro necessarie, compresa la lettura di manuali di istruzione, di schede, di etichette e simili. Il valore medio di illuminamento è indicato nella tabella C.3/1 (estratta dalle norme UNI) nella quale il valore normale è quello applicabile nella generalità dei casi, mentre quello particolare dev'essere adottato quando esistono condizioni critiche ossia quando si è alla presenza di una o più delle seguenti situazioni:

- i lavoratori hanno una capacità visiva sotto la media (lavoratori anziani, lavoratori con problemi visivi);
- la pericolosità della lavorazione prevista richiede una maggiore velocità ed una maggiore accuratezza della percezione visiva;
- il contrasto è particolarmente modesto (come potrebbe verificarsi all'interno dei locali in particolari orari).

Valori medi di illuminamento zona di lavoro

Tab. C3./1 Valore medio di illuminamento

Tipo di attività e/o luogo di lavoro	Illuminamento medio normale (lux)	Illuminamento medio particolare (lux)
Aree di transito e di passaggio	100	150
Scale. Ponteggi e opere provvisionali in genere	150	200
Lavori occasionali non particolarmente pericolosi	200	300
Lavorazioni medie	500	750
Lavorazioni fini	750	1000
Lavori con macchine, attrezzature, apparecchi	300	500
Verniciatura	500	750

Le apparecchiature d'illuminazione acquistate dopo l'1/1/1997 devono essere *marcate CE*; se di produzione italiana, è consigliabile, anche se non obbligatorio, che siano munite di marchio IMQ.

4. ESPOSIZIONE AL RUMORE

Esposizione al rumore nell'ambiente di lavoro

Premesso che quanto indicato nel presente capitolo fa riferimento al capo IV del D.Lgs. n° 277 del 15 agosto 1991, in un cantiere l'***esposizione al rumore*** di ogni lavoratore è estremamente variabile da giorno a giorno e quindi la valutazione dell'esposizione media può essere effettuata su base *media settimanale* anziché quotidiana. Tale valutazione dev'essere effettuata dall'installatore tenendo presenti le fonti di rumore introdotte dalle macchine e dalle attività sue proprie e di tutte le altre imprese operanti nel cantiere e dagli ambienti esterni al cantiere; la valutazione può essere effettuata, anziché per ogni singolo lavoratore, per gruppi omogenei di lavoratori (manovali, elettricisti, antennisti, ecc…) purché si possa accettare l'ipotesi che ogni lavoratore di un gruppo omogeneo sia esposto mediamente al medesimo rumore. La valutazione può essere eseguita mediante una *misurazione fonometrica strumentale* (ossia con l'impiego del fonometro integratore) effettuata da un tecnico esperto e competente o da un'azienda specializzata oppure mediante il *calcolo* indicato nel D.Lgs. appena citato.

Monitoraggio del rumore

Qualora si opti per la misurazione fonometrica strumentale, questa dev'essere eseguita nelle peggiori condizioni ipotizzabili (ossia azionando le macchine e le apparecchiature più rumorose ed attivando le lavorazioni più rumorose) e dev'essere ripetuta tutte le volte che si prevede una significativa variazione in aumento del livello di rumore rispetto a quello della primitiva misurazione (ad esempio quando si inizia ad utilizzare una macchina nuova particolarmente rumorosa o quando si avvia una lavorazione rumorosa inizialmente non prevista).
L'unità di misura dei parametri acustici (potenza o pressione sonora), definiti convenzionalmente come "livelli", è il dbA (ovvero decibel secondo la scala internazionale A) che è il logaritmo del rapporto tra il valore misurato o calcolato ed il valore di riferimento. Si è adottata una scala di misura logaritmica perché una scala lineare avrebbe comportato, per il campo interessante l'orecchio umano, valori con ordine di grandezza variabile da 10^{-5} a 10^{2}, ossia una scala con alcuni milioni di divisioni.

Norme di sicurezza da osservare per ambienti di lavoro

Tutto ciò premesso, le principali norme di sicurezza da osservare sono le seguenti:

a se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) personale al rumore supera il livello di *90 dbA* oppure se l'esposizione istantanea supera il valore di *140 dbA,* l'area fonte di tale rumore dev'essere segnalata con un apposito

cartello e, se possibile, recintata e soggetta a limitazione d'accesso. Inoltre il datore di lavoro deve comunicare all'ASL, entro 30 giorni dall'accertamento del superamento, quali misure tecniche ed organizzative ha adottato per contenere l'esposizione al rumore e deve tenere, aggiornandolo, il registro dei livelli di esposizione di cui all'articolo 4, lettera q) del D.Lgs. 277/1991 più sopra citato;

Norme di sicurezza da osservare per ambienti di lavoro

b se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) personale al rumore supera il livello di *80 dbA*, l'installatore deve informare i propri lavoratori sui rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore, sulle misure di protezione dell'udito e sulle loro funzioni e modalità d'impiego, sui controlli sanitari e sulla valutazione del rischio di danno fisico dovuto al rumore;

c se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) personale al rumore supera il livello di *85 dbA*, l'installatore deve fornire ai propri lavoratori i mezzi individuali di protezione dell'udito (cuffie antirumore o tappi auricolari) e deve inoltre dare loro un'adeguata formazione sul corretto uso di detti mezzi e sul corretto uso delle macchine e degli apparecchi al fine di ridurre quanto più possibile i rischi dovuti al rumore;

d se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) personale al rumore supera il livello di *90 dbA*, i lavoratori devono fare uso dei mezzi di protezione individuali;

e se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) personale al rumore supera il livello di *85 dbA*, indipendentemente dall'uso dei mezzi individuali di protezione dell'udito, i lavoratori devono essere sottoposti a controllo sanitario;

f se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) è compresa *fra 80 dbA e 85 dbA* i lavoratori possono fare richiesta di essere sottoposti a controllo sanitario, anche al fine di individuare eventuali effetti extrauditivi;

g nei casi in cui non si possano o non si vogliano usare i mezzi protettivi individuali di cui sopra, è necessario ridurre l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) ad un livello inferiore od uguale a 90 dbA riducendo il tempo di esposizione dei lavoratori ai singoli rumori, ad esempio ruotando i lavoratori, o sostituendo le macchine e gli apparecchi con altri aventi una potenza sonora inferiore o utilizzando barriere fonoisolanti o con altri sistemi;

h nel caso di situazioni eccezionali o di lavorazioni con particolari caratteristiche intrinseche, se l'esposizione quotidiana (valutata su media settimanale) supera *90 dbA*, il datore di lavoro può chiedere una deroga all'osservanza delle misure di sicurezza; tale deroga dev'essere richiesta secondo quanto precisato negli articoli 47 e 48 del D.Lgs. 277/1991;

i se del caso, ricorrere all'insonorizzazione mediante la diversa orientazione o disposizione delle sorgenti di rumore e/o l'im-

piego di barriere fonoisolanti e/o l'isolamento delle sorgenti di rumore incapsulandole (totalmente o parzialmente) con cuffie o coperture fonoisolanti e/o segregando le sorgenti di rumore in locali con rivestimento fonoassorbente e/o dotando le macchine e le apparecchiature rumorose di supporti di appoggio in grado di smorzare le vibrazioni.

Quanto esposto nei precedenti alinea è sinteticamente contenuto nella tabella C.4/1.

Tab. C4./1 Normativa sull'esposizione al rumore

Alinea del testo	Adempimenti	Livello di esposizione del rumore		
		> 80 dbA e ≤ 85 dbA	> 85 dbA e ≤ 90 dbA	> 90 dbA
a	Segnaletica e recinzione. Comunicazione all'ASL, tenuta registro.	no	no	si
b	Informazione lavoratori su rischi e misure di protezione.	si	si	si
c	Formazione lavoratori su corretto uso mezzi di protezione, macchine ed apparecchiature. Dotazione di mezzi di protezione.	no	si	si
d	Uso dei mezzi di protezione.	no	si	si
e, f	Controllo sanitario.	su richiesta dei lavoratori	si	si
h	Possibilità di chiedere deroga.	no	no	sì

5. MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

Movimentazione manule dei carichi

Premesso che la *movimentazione manuale dei carichi* (ossia sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico) può comportare il rischio di lesioni dorso-lombari, essa dev'essere, per quanto possibile, evitata e sostituita dalla movimentazione con attrezzature meccaniche. Ove ciò non è possibile, le norme di sicurezza da osservare per la movimentazione manuale dei carichi sono le seguenti:

Modalità

- *valutare* ogni volta con ragionevole approssimazione (o con misurazioni) il peso del carico, le sue dimensioni, il suo centro di gravità, il suo grado di fragilità; se il carico è costituito da contenitori (scatole, sacchi, recipienti, ecc…) confezionati dai fornitori di materiali, leggere attentamente le indicazioni appostevi relative alla movimentazione (peso, grado di fragilità, baricentro del carico, ecc…) ed attenervisi;
- esaminare se esistono *appigli o maniglie* e valutarne la consistenza, l'integrità e l'idoneità; verificare la presenza o meno

Modalità spostamento carichi

di spigoli vivi e/o taglienti; verificare le condizioni d'integrità dell'eventuale imballo e dell'eventuale contenitore;

- verificare se il carico è in *equilibrio stabile* oppure no e se il suo contenuto può spostarsi oppure no. Verificare altresì se è collocato oppure no in una posizione disagevole e, per la natura degli appigli o delle maniglie, a quale distanza dal corpo dev'essere afferrato, tenuto e maneggiato;
- non movimentare da soli, se lavoratori uomini, carichi di peso uguale o superiore a *30 kg* e non movimentare da sole, se lavoratrici, carichi di peso uguale o superiore a *20 kg* (in realtà tali valori possono essere superati purché i lavoratori o le lavoratrici siano sottoposti a sorveglianza sanitaria). Per i lavoratori e le lavoratrici adolescenti, cioè di età inferiore a 18 anni, tali valori si riducono rispettivamente a 20 e 15 kg. È vietato adibire alla movimentazione manuale dei carichi, qualunque sia il loro peso, donne in gravidanza o che hanno partorito da meno di sette mesi. Se il carico eccede i limiti suddetti, la movimentazione dev'essere effettuata da due o più persone e/o con mezzi meccanici;
- verificare che lo *spazio*, sia in orizzontale che in verticale, attorno alla zona di movimentazione sia sufficiente e libero da ostacoli e che il terreno o il pavimento siano, per quanto possibile, uniformi, livellati, non scivolosi al fine di evitare rischi di caduta o di inciampo o di scivolamento durante il maneggio;
- verificare se il *percorso* da compiere col carico maneggiato è in piano o in pendenza o con gradini e scale;
- prestare attenzione quando il trasporto viene effettuato all'*interno di locali* sul cui soffitto sono presenti apparecchi illuminanti, tubazioni ed altri ostacoli; particolare attenzione dev'essere posta agli apparecchi illuminanti perché un contatto con essi provocato da oggetti metallici conduttori (tubi metallici, profilati, ecc…) può essere causa di folgorazione; particolare attenzione dev'essere posta anche nei confronti delle eventuali finestre, vetrate, porte a vetri e simili perché un urto contro di esse potrebbe essere causa di rottura del vetro e di conseguente pericolo di ferite da taglio;
- impedire, trattenendoli o fissandoli all'indumento da lavoro, che sciarpe, cravatte o altri indumenti svolazzanti, ciondoli e simili si impiglino nel carico provocando *inciampi o improvvisi arresti* del movimento;
- curare, nel caso di carico movimentato da due o più lavoratori, che i loro movimenti siano sincroni e coordinati; allo scopo è necessario che uno solo dei lavoratori abbia l'incarico di dare i necessari *comandi* (alzare, abbassare, tirare, ecc…);
- assumere una *posizione stabile e ben equilibrata*, distribuire correttamente lo sforzo tra i vari muscoli tenendo la schiena quanto più possibile eretta per non sovraccaricare la colonna

vertebrale; esercitare l'azione di sollevamento prevalentemente con le gambe, prima piegandole e poi estendendole, mantenendo il carico vicino al corpo;

- servirsi per il trasporto, se possibile, di *cinghie, bilancieri* o altri dispositivi simili, dopo averne verificato l'integrità; accertarsi di avere sempre la visuale libera; se del caso, farsi guidare da un altro lavoratore;
- tenere sollevata oltre l'altezza d'uomo la parte anteriore dei *materiali lunghi* (tubi, profilati, scale, ecc…) nel caso di trasporto a spalla effettuato da un solo lavoratore. Prestare attenzione nei cambi di direzione o in prossimità di angoli, chiedendo, se del caso, l'assistenza di un altro lavoratore; durante la fase di sollevamento o di deposito di tali materiali, evitare di far loro assumere una posizione verticale o quasi verticale e comunque verificare in ogni caso se lo spazio in altezza è libero da *ostacoli*. È vietato movimentare e trasportare a mano, anche se l'operazione è eseguita da due o più lavoratori, materiali lunghi in prossimità di linee elettriche aeree, soprattutto se in conduttori nudi;
- effettuare la movimentazione di *fusti, pali* o altri materiali che potrebbero facilmente rotolare, in modo da impedire movimenti incontrollati degli stessi;
- non effettuare lo scarico dei materiali movimentati *per caduta*;
- non fumare durante il trasporto di fusti o altri contenitori contenenti (o che hanno contenuto) *prodotti infiammabili o prodotti chimici*;
- assicurarsi, qualora per il trasporto ci si avvalga di *carriole* o di *carrelli a mano*, che il carico sia correttamente stivato per evitare sbandamenti o ribaltamenti durante il trasporto; verificare che le carriole o i carrelli a mano siano integri. Verificare anche che il percorso sia libero da ostacoli;
- non abbandonare sul terreno chiodi, assi chiodate, nastri metallici ed altri residui ma riporli man mano entro un contenitore o una scatola da buttare, a movimentazione ultimata, nei rifiuti qualora la movimentazione preveda, all'inizio o alla fine dell'operazione, l'apertura degli imballi o delle casse o dei contenitori.

Con riferimento al quarto alinea di cui sopra, il carico massimo movimentabile è quello ivi indicato soltanto se la movimentazione avviene in *condizioni favorevoli*. Se invece dette condizioni sono sfavorevoli a causa della posizione del carico, della frequenza del sollevamento o dell'abbassamento, del tipo di presa o di altri fattori, il carico movimentabile dev'essere convenientemente ridotto.

6. Opere provvisionali

Opere provvisionali

Le opere provvisionali devono essere utilizzate tutte le volte che esiste il rischio di caduta dall'alto o nel vuoto da *altezza superiore a 2 metri* (a meno che vi si provveda con altri sistemi, ad esempio mediante l'uso dell'imbracatura di sicurezza) o di *caduta di oggetti dall'alto* o che si renda necessario *delimitare la zona* in cui si svolgono lavorazioni pericolose per le persone e per i mezzi transitanti nelle vicinanze. In genere gli installatori dispongono soltanto di opere provvisionali di modeste dimensioni: trabattelli, ponti su cavalletti, ripari; le opere provvisionali di più grandi dimensioni o di maggiore impegno (ad esempio i ponteggi o le reti di sicurezza) sono quasi sempre montate da altre imprese per altre necessità, tuttavia talvolta gli installatori hanno bisogno di utilizzarle. In ogni caso le opere provvisionali devono essere realizzate da *lavoratori addestrati sotto la guida e la sorveglianza di un preposto*. Le opere provvisionali devono essere mantenute in efficienza per tutta la durata del lavoro.

Norme per opere provvisionali

Le principali norme di sicurezza per l'impiego delle opere provvisionali sono le seguenti:

- verificare la *completezza* delle sue strutture prima di accedere ad un'opera provvisionale (ossia la presenza dei parapetti, delle tavole fermapiedi, ecc...) e, con leggeri colpi di piede e di mano, verificare le condizioni di stabilità e di solidità delle tavole fermapiedi, dei parapetti, dei ponti di lavoro, ecc…, in particolare dopo violente perturbazioni atmosferiche o dopo intense folate di vento o dopo lunghe pause di chiusura del cantiere;
- sui ponti di lavoro e sugli impalcati in genere non correre, non saltare, non fare movimenti inconsulti;
- sui ponti di lavoro e sugli impalcati in genere *non portare e/o movimentare carichi superiori a quelli ammessi*, indicati sulle targhe o sulle istruzioni di montaggio; in mancanza di esse, il massimo carico ammesso è di 30 kg, tra materiali ed attrezzature, per lavoratore;
- mantenere *sgombri da materiali ed attrezzature non necessari* al lavoro le passerelle, le andatoie, i ponti di lavoro e gli impalcati in genere; essi devono altresì essere tenuti puliti e sgombri da oggetti scivolosi, unti o che potrebbero costituire inciampo;
- non salire o scendere lungo i montanti delle opere provvisionali; utilizzare allo scopo unicamente le *scale* o gli altri sistemi appositamente previsti;
- abbandonare le opere provvisionali in elevazione durante violente perturbazioni atmosferiche con *vento* e durante *temporali* con fulmini;
- nella stagione fredda verificare l'assenza di *ghiaccio* sulle tavole

delle passerelle, delle andatoie, dei ponti di lavoro e degli impalcati in genere; in presenza di ghiaccio, cospargere le tavole di sabbia o di prodotti anticongelanti attendendone gli effetti;

- segnalare al preposto ogni *anomalia* riscontrata nelle opere provvisionali (tavole fessurate, rumori sospetti, tavole con eccessiva inflessione, protezioni mancanti o insicure, ecc…);
- verificare che i posti di lavoro situati nelle immediate vicinanze dei ponteggi o dei posti di caricamento e sollevamento dei materiali siano protetti contro la caduta dei materiali da un *impalcato* sovrastante, ad altezza non maggiore di 3 metri da terra (generalmente tale *impalcato* viene chiamato "parasassi" o "mantovana");
- verificare che le *aperture di qualunque genere* (aperture nei solai, fosse, botole, pozzi e simili) siano circondate da normale *parapetto* e da *tavola fermapiedi* oppure che siano *coperte con tavolato* solidamente fissato e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio;
- verificare che lungo le *rampe*, anche ravvicinate, ed i *pianerottoli delle scale* fisse in fase di costruzione, fino alla posa in opera delle ringhiere, siano presenti parapetti normali con tavole fermapiedi, fissate rigidamente a strutture resistenti;
- procedere all'esecuzione di lavori su *tetti, coperture* e simili soltanto dopo aver accertato che gli stessi abbiano resistenza sufficiente per sostenere il peso dei lavoratori e dei materiali impiegati; nei casi di resistenza dubbia, si devono adottare tutti i necessari apprestamenti atti a garantire l'incolumità degli addetti disponendo, a seconda dei casi, tavole sopra le orditure, sottopalchi, reti di sicurezza, ecc…
- usare i ponti su cavalletti, salvo il caso che siano muniti di normale parapetto, soltanto per *lavori da eseguirsi all'interno* degli edifici e comunque per altezze dal suolo inferiori od uguali a *2 metri*. I ponti su cavalletti non devono essere montati sugli impalcati dei ponteggi, né sui balconi;
- verificare che la *distanza massima tra due cavalletti* consecutivi di un ponte su cavalletti sia inferiore od uguale a 3,60 metri se si usano tavole con sezione trasversale di cm 30 x 5 e lunghe 4 metri; se si usano tavole con sezione trasversale minore di quella appena indicata e lunghe comunque 4 metri, esse debbono appoggiare su 3 cavalletti; i *piedi dei cavalletti* devono essere bloccati ed irrigiditi mediante tiranti normali e diagonali ed inoltre devono appoggiare su terreno o su pavimento solido e ben livellato;
- verificare che la *larghezza dell'impalcato* di un ponte su cavalletti non sia inferiore a 90 cm e che le tavole che lo costituiscono siano ben accostate fra loro, non presentino parti a sbalzo superiori a 20 cm e siano fissate ai cavalletti di appoggio con listelli antiscorrimento o altri sistemi;

Norme per opere provvisionali

- non usare ponti su cavalletti sovrapposti o su cavalletti insicuri. Non usare come cavalletti dei montanti di fortuna quali scale, pile di mattoni, fusti, imballi e simili;
- verificare che il *piano di scorrimento delle ruote* dei ponteggi mobili su ruote (trabattelli) sia livellato; il carico del ponteggio sul terreno dev'essere opportunamente ripartito mediante l'impiego di tavole o di altri mezzi equivalenti;
- attenersi scrupolosamente alle *istruzioni* fornite dal costruttore durante le fasi di montaggio e smontaggio dei ponteggi mobili su ruote; nel montaggio utilizzare tutti gli elementi previsti dal medesimo; curare il perfetto serraggio o incastro o fissaggio dei vari elementi. Issare gli elementi mediante funi di servizio o altri sistemi atti ad evitare la caduta degli stessi; durante lo smontaggio, calare a terra gli elementi rimossi con funi di servizio o altri sistemi evitando di gettarli dall'alto;
- durante le operazioni di montaggio e di smontaggio del ponteggio mobile su ruote nonché durante l'uso dello stesso, prestare la massima attenzione alla presenza di eventuali *linee elettriche aeree in conduttori nudi* interferenti con le operazioni curando che, in qualunque fase del loro svolgimento e con qualunque movimento, non si arrivi mai a distanza minore di 5 metri dai conduttori;
- verificare che le *ruote* del ponteggio mobile su ruote siano saldamente vincolate con cunei o calzatoie su ambo le parti delle ruote;
- verificare, se il ponteggio mobile su ruote è utilizzato all'*interno* della costruzione, che l'altezza dal piano di appoggio all'ultimo piano di lavoro non superi l'altezza indicata nel manuale di uso e istruzione;
- verificare, se il ponteggio mobile su ruote è utilizzato all'*esterno*, che l'altezza dal piano di appoggio all'ultimo piano di lavoro non superi l'altezza indicata nel manuale di uso e istruzione; inoltre il ponteggio dev'essere *ancorato* alla costruzione o ad altra stabile struttura;
- controllare la *verticalità* del ponteggio mobile su ruote con la livella o col pendolino; agire nei limiti consentiti dalle regolazioni evitando l'uso improprio di spessori o altri sistemi per correggere la verticalità;
- usare il ponteggio mobile su ruote esclusivamente per l'altezza per cui è stato costruito senza aggiungervi *sovrastrutture* di qualsiasi genere;
- non *spostare il ponteggio* mobile su ruote quando su di esso si trovano lavoratori o carichi (materiali, attrezzi, ecc…); è pure vietato spostare il ponteggio in pendenza o su terreno accidentato;
- non installare sul ponteggio mobile su ruote *apparecchi di sollevamento* con portata superiore a 30 kg e con sbraccio superiore a 30 cm rispetto al piano dei montanti;

Norme per opere provvisionali

- verificare che i *ponti di lavoro e di passaggio* dei ponteggi mobili su ruote siano continui e protetti con parapetto e tavola fermapiedi, eventualmente muniti di botole di passaggio purché chiudibili con coperchio praticabile. Sotto il ponte di lavoro dev'essere predisposto un *sottoponte* a non più di 2,5 m di distanza;
- usare esclusivamente i ripiani o le piattaforme in dotazione al ponteggio mobile su ruote e non impalcati di fortuna;
- nei ponteggi mobili su ruote, salire o scendere soltanto dall'interno passando attraverso le *botole* delle piattaforme e usando *scale a mano*. È vietato salire o scendere lungo i montanti;
- verificare che le *scale di accesso* ai vari piani del ponteggio mobile su ruote, se d'inclinazione inferiore a 75°, abbiano gradini piani e siano protette sui lati verso il vuoto; se d'inclinazione maggiore od uguale a 75°, è necessaria la gabbia di sicurezza paraschiena a meno che gli addetti facciano uso della imbracatura di sicurezza con dispositivo anticaduta;
- verificare che sull'elemento di base del ponteggio mobile su ruote sia presente una *targa* riportante i dati e le caratteristiche essenziali del ponte ed il carico massimo ammissibile sul ponte stesso;
- durante gli spostamenti dei ponteggi mobili su ruote, prestare la massima attenzione all'eventuale presenza di *linee elettriche in conduttori nudi*;
- osservare norme di sicurezza analoghe a quelle degli alinea precedenti nell'impiego dei ponti a sviluppo automatico. Nelle operazioni di sviluppo e di rientro del ponteggio attenersi scrupolosamente alle *istruzioni* fornite dal costruttore;
- nei lavori su tetti e su coperture in genere non protetti da parapetti, agganciarsi con l'imbracatura di sicurezza con dispositivo anticaduta a *paletti o ancoraggi o guide o funi di trattenuta*, previa verifica delle loro condizioni.

7. PRIMO SOCCORSO

Primo soccorso

Premesso che per "*primo soccorso*" si intende il soccorso prestato ad un infortunato da persone non specializzate (ossia né medici né infermieri), cioè il soccorso prestato al lavoratore dai suoi colleghi, esso è sufficiente soltanto nel caso di infortuni lievi che non necessitano di ricovero ospedaliero o di intervento di persone specializzate; nel caso di infortunio non lieve o addirittura grave o nei casi dubbi o sospetti, è necessario chiamare immediatamente un'*autoambulanza* e nell'attesa del suo arrivo praticare gli interventi in seguito descritti. È necessario, affinché tali interventi siano efficaci e non peggiorino la situazione, che alcuni lavoratori scelti dall'installatore (in genere quelli incaricati della gestione dell'emergenza) siano preventivamente istruiti e

tenuti aggiornati da un medico sulle tecniche di primo soccorso. È comunque fondamentale che coloro che si trovano nella necessità di provvedere al primo soccorso di un infortunato rimangano calmi e riflessivi, agiscano con prontezza, non rimuovano l'infortunato a meno che ciò serva a sottrarlo ad ulteriori pericoli, coprano l'infortunato e gli restino vicini garantendo una sufficiente circolazione d'aria (evitare quindi gli assembramenti attorno all'infortunato), non gli somministrino alcolici o, se è in stato d'incoscienza, nessun'altra bevanda, non somministrino medicamenti diversi da quelli contenuti nel pacchetto o nella cassetta di medicazione (e, nel dubbio, si astengano dal somministrare pure questi).
Poiché nel cantiere sono frequenti gli infortuni con ferite da taglio contro oggetti arrugginiti o sporchi, tutti i lavoratori devono essere vaccinati contro il tetano.

Tipologie di infortuni

Per i più ricorrenti casi di infortunio si possono utilizzare le seguenti semplici regole di primo soccorso:

a - *ferite lievi*:

- lavarsi accuratamente le mani prima di medicare la ferita;
- lavare la ferita con acqua, disinfettarla con l'ausilio di un tampone di garza sterile (non usare il cotone idrofilo) imbevuto di disinfettante, coprire la ferita con garza sterile, medicare con una delle bende in dotazione alla cassetta di medicazione;
- per le piccole ferite superficiali, medicare con un cerotto medicato.

b - *ferite gravi*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- lavare la ferita con acqua, possibilmente corrente, proteggere la ferita con garza sterile o con un panno pulito;
- in caso di emorragia, tentare, per quanto possibile, di comprimere manualmente la ferita per rallentare la perdita di sangue; se la ferita riguarda un arto, sistemare l'infortunato in posizione orizzontale tenendo sollevato l'arto ferito.

c - *malori, svenimenti, shock, collassi*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- allentare gli indumenti stretti (cintura, cravatta, colletto, reggiseno, ecc…) e assicurare una sufficiente ventilazione (ad esempio aprendo le finestre se l'infortunio è avvenuto in locale chiuso);
- tenere l'infortunato in posizione supina con le gambe sollevate.

d - *ustioni*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza, a meno che si tratti di ustioni minime con piccole vesciche;
- per quanto possibile, valutare la gravità dell'ustione (1° grado = arrossamento della pelle; 2° grado = formazione di vesciche; 3° grado = danni ai tessuti in profondità);
- per ustioni di primo e secondo grado non estese (ossia estese a meno del 5% della superficie corporea), versare acqua fredda, possibilmente corrente, sulla parte ustionata, applicarvi garza sterile ed eventualmente cospargere l'ustione con la pomata antiustione contenuta nella cassetta di medicazione. Non rompere o bucare le eventuali vesciche;
- per ustioni più gravi, ossia diverse da quelle del precedente alinea, non spogliare l'infortunato, non toccare le parti ustionate, non asportare le eventuali parti del vestiario o di altri oggetti rimasti a contatto dell'ustione, ricoprire la zona ustionata con garza sterile e coprire l'infortunato con un telo o un panno pulito;
- se gli abiti dell'infortunato hanno preso fuoco, estinguere le fiamme con getti di acqua o soffocandole con una coperta; in assenza dell'una e dell'altra, far rotolare l'infortunato per terra fino allo spegnimento delle fiamme;
- in caso di ustioni da sostanze chimiche, lavare la zona ustionata con acqua, possibilmente corrente, e togliere gli abiti impregnati dalla sostanza chimica tagliandoli attorno alla ferita se essi risultano attaccati alla pelle.

e - *fratture, distorsioni, lussazion*i:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza, a meno che si tratti di distorsioni o di lussazioni di lieve entità non riguardanti zone vitali (bacino, colonna vertebrale, mandibola, cranio, ecc…);
- se l'infortunato è cosciente, non ha difficoltà respiratorie, è stato colpito soltanto agli arti e non ha altri dolori oltre a quello del trauma occorsogli, coprirlo e sistemarlo nella posizione meno dolorosa per lui;
- se l'infortunato è incosciente o lamenta gravi dolori, coprirlo senza spostarlo (si ricorda che nel caso di fratture al bacino o alla colonna vertebrale, anche un minimo spostamento può risultare assai pericoloso).

f - *folgorazione*:

- se l'infortunato è rimasto "incollato" ad una parte in tensione, togliere immediatamente tensione all'impianto senza toccare l'infortunato per evitare che anche il soccorritore rimanga folgorato;

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- distendere l'infortunato; se non respira praticare immediatamente la rianimazione bocca-bocca o bocca-naso; se ha subito un arresto cardiaco, praticare immediatamente la rianimazione bocca-bocca (o bocca-naso) associata al massaggio cardiaco esterno: sia nell'uno che nell'altro caso, non smettere fino all'arrivo dell'autoambulanza.

g - *infortuni oculari*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- se si tratta di schegge penetrate nell'occhio, non tentare di estrarle; coprire l'occhio con garza sterile;
- se l'occhio è stato colpito da spruzzi o getti di sostanze chimiche, lavare l'occhio con acqua fresca e pulita; coprire l'occhio con garza sterile.

h - *congelamento, assideramento*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- portare l'infortunato in un ambiente riparato e moderatamente riscaldato (non metterlo vicino a stufe o altre fonti di intenso calore, non usare borse di acqua calda), togliergli gli abiti eventualmente bagnati, allentare gli indumenti stretti (cintura, cravatta, colletto, reggiseno, scarpe, ecc…) e coprirlo;
- se l'infortunato è cosciente, somministrargli bevande tiepide o moderatamente calde non alcoliche.

i - *insolazione* **(detta anche colpo di calore o colpo di sole):**

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- portare l'infortunato in un luogo fresco e ventilato, liberarlo dai vestiti, bagnargli con acqua la superficie del corpo e tenergli il capo sollevato;
- se l'infortunato è cosciente, somministrargli bevande fresche (ma non fredde) possibilmente salate.

j - *morsicature di animali*:

- in caso di morsicatura di cane, lavare, possibilmente con acqua corrente, la ferita, disinfettarla e fasciarla; trasportare con urgenza la persona morsicata dal più vicino medico o presso il più vicino posto di pronto soccorso per i necessari controlli relativi all'eventuale insorgenza della rabbia;
- in caso di morsicatura da parte di una vipera, trasportare con urgenza la persona morsicata presso il più vicino centro di pronto soccorso senza perdere tempo in altri interventi (incisione, suzione del veleno, inoculazione del siero antiofidico); nel caso che il trasporto venga effettuato con un mezzo privato anziché con un'autoambulanza, preav-

vertire telefonicamente il centro di pronto soccorso. Nei cantieri che distano più di 3 ore dal più vicino centro di pronto soccorso, occorre valutare preventivamente con attenzione le misure di intervento contro la morsicatura da vipere;

- nel caso di puntura da scorpione, trasportare con urgenza la persona punta presso il più vicino centro di pronto soccorso;
- nel caso di punture da zecche, che in genere rimangono attaccate all'epidermide, non tentare di togliere la zecca con le mani, ma cospargere la zona con un liquido (olio, alcool, ecc…) che le impedisca di respirare: in tal modo la zecca si stacca da sola. E' in ogni caso necessario che l'infortunato si rechi da un medico o presso un centro di pronto soccorso per un'opportuna profilassi;
- nel caso di punture da altri insetti (vespe, calabroni, zanzare e simili) lavare, possibilmente con acqua corrente, la zona della puntura; togliere l'eventuale pungiglione rimasto nella cute con una pinzetta disinfettata. In genere, ciò è sufficiente; soltanto se la puntura è avvenuta in una zona del corpo delicata (per esempio nella cavità orale o vicino agli occhi) o se provoca anomali gonfiori e dolori o se le punture sono numerose (per esempio provocate da un intero vespaio) è necessario trasportare con urgenza la persona punta nel più vicino centro di pronto soccorso.

k - *avvelenamento o intossicazione*:

- chiamare immediatamente l'autoambulanza;
- portare l'infortunato in un luogo all'aria aperta o comunque ventilato. Se l'infortunato è rimasto nel luogo dell'incidente privo di conoscenza o impossibilitato a muoversi, i soccorritori devono prestare la massima attenzione per non rimanere essi stessi vittime di avvelenamento o di intossicazione; in particolare devono munirsi di maschera antigas e di fune di sicurezza assicurata all'esterno del luogo dell'incidente;
- distendere l'infortunato; se non respira praticare immediatamente la rianimazione bocca-bocca o bocca-naso; se ha subito un arresto cardiaco, praticare immediatamente la rianimazione bocca-bocca (o bocca-naso) associata al massaggio cardiaco esterno: sia nell'uno che nell'altro caso, non smettere fino all'arrivo dell'autoambulanza.

La collana di manuali tecnici ANIE-CEI-AEI, dedicata all'impiantistica elettrica, raccoglie l'esperienza scientifica, normativa e produttiva degli ultimi anni, maturata in seguito allo sviluppo della tecnologia applicata alle tre principali tipologie di edifici: residenziali, terziari e industriali.

Obiettivo dell'opera è la promozione della cultura e della sicurezza elettrica e l'aggiornamento dei professionisti (progettisti, installatori, committenti, consulenti, verificatori, ecc.) che nella loro attività sono impegnati nella progettazione, nella costruzione ed installazione degli impianti elettrici negli edifici.

Il presente volume affronta una serie di nozioni e di argomenti di carattere generale, che stanno alla base dell'elettrotecnica. Particolare cura è stata dedicata ad argomenti quali la normativa di riferimento, le unità di misura, i segni grafici, le prescrizioni per la sicurezza dell'ambiente di lavoro e per l'esecuzione dei lavori.

Tali argomenti, costituiscono la base delle nozioni che saranno via via sviluppate dai manuali successivi, dedicati ai singoli ambiti dell'impiantistica. E non solo: essi forniscono una visione d'insieme dell'attuale quadro legislativo-normativo, cui la regola dell'arte e la sicurezza fanno riferimento. Ciascun argomento è infatti corredato da continui riferimenti a norme e leggi, nonché da figure e da tabelle che ne facilitano la comprensione e l'assimilazione da parte del lettore.

L. 70.000 (IVA inclusa)
□ 36,152

ANIE PROMOZIONE SRL
Via Gattamelata, 34
20149 Milano

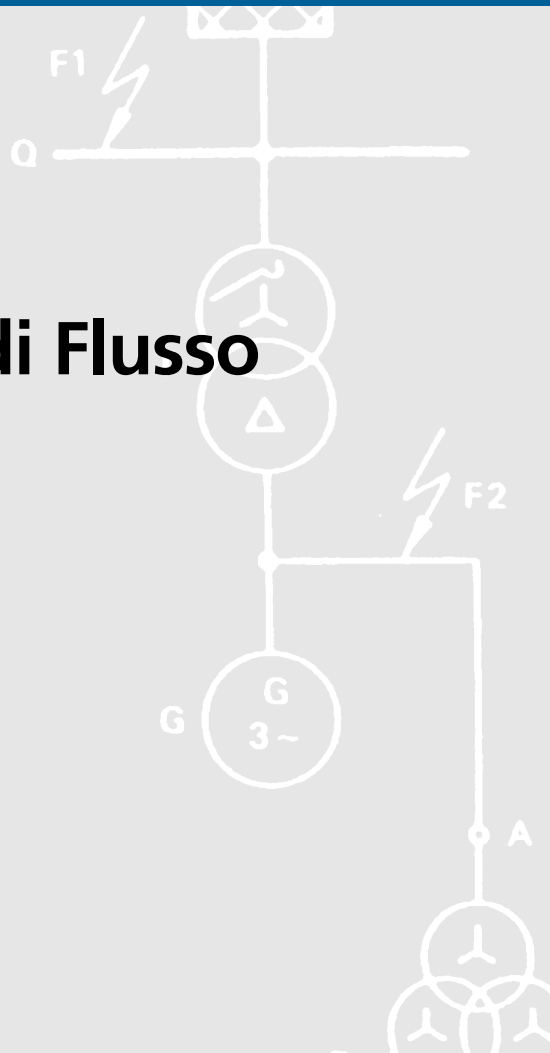
COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO
Via Saccardo, 9 - 20134 Milano

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
P.le Morandi, 2 - 20121 Milano

Aggiornamenti Editoriali

Per tutti gli aggiornamenti del presente manuale tecnico
e della collana ANIE-CEI-AEI, consultate i seguenti siti:
http://www.aniepromo.it/manualitecnici/servintegrativi.htm
http://www.ceiuni.it
http://www.aei.it

Diagrammi di Flusso

Leggi

http://www.aniepromo.it/manualitecnici/servintegrativi.htm
Il presente sito è disponibile per la consultazione
delle principali leggi e decreti di riferimento.

Segnaliamo in particolare:
Elenco leggi e decreti

LEGGI

D.P.R. 6 Dicembre 1991 n. 447

Decreto 20 Febbraio 1992

D.Lgs. n. 242/1996

D.P.R. 20 Gennaio 1971 n. 134

Legge 10 Ottobre 1977 n. 791

D.P.R. 18 Aprile 1994 n. 392

Legge 1 Marzo 1968 n. 186

Legge 5 Marzo 1990 n. 46

D.Lgs. 12 Novembre 1996 n. 615

D.Lgs. 25 Novembre 1996 n. 626

D.Lgs. 31 Luglio 1997 n. 277

D.Lgs. 19 Settembre 1994 n. 626

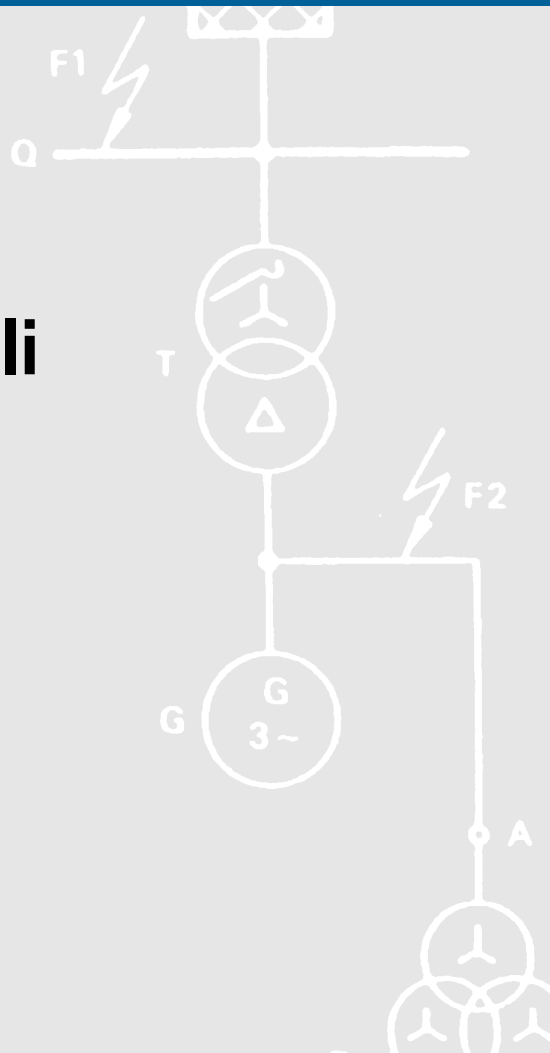
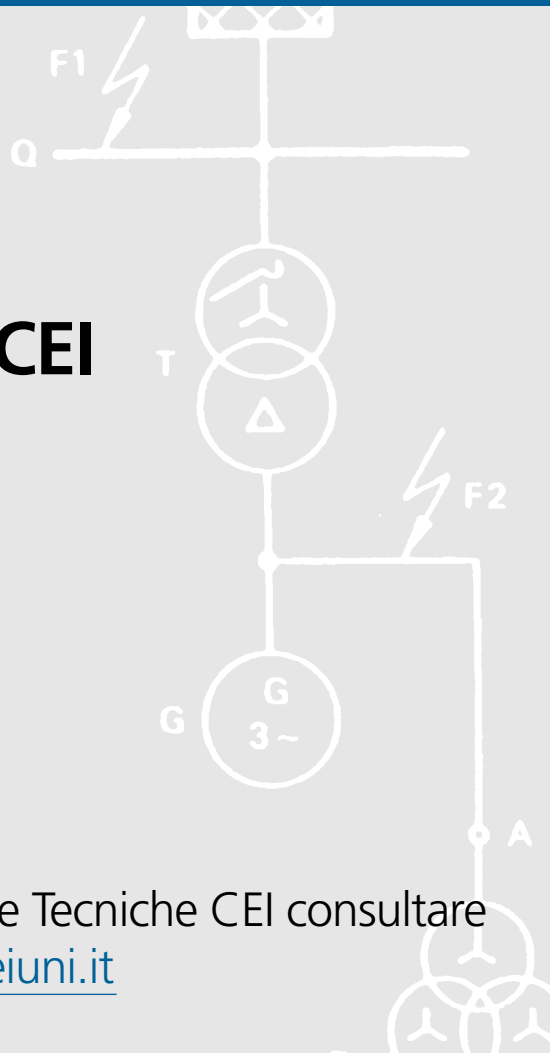
D.Lgs. 19 Novembre 1999 n. 528

D.Lgs. 19 Marzo 1996 n. 242

D.Lgs. 14 Agosto 1996 n. 494

D.Lgs. 15 Agosto 1991 n. 277

Legge 13 Luglio 1966, n. 615

Moduli

Norme CEI

Norme Tecniche CEI

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
0-2	**CEI 0-2**	**Prima**	**1997**

Titolo
Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

Sommario
La Guida si applica ai progetti degli impianti elettrici relativi a tutte le tipologie di destinazione d'uso degli edifici, delle costruzioni e dei luoghi, nonché ai progetti degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche (fulmini). Ha lo scopo di definire la documentazione di progetto degli impianti di nuova realizzazione e per la trasformazione o l'ampliamento degli impianti esistenti, al fine di consentirne la valutazione e la realizzazione in conformità alla regola d'arte ed il funzionamento adatto all'uso previsto. Non rientrano tra gli scopi di questa guida gli aspetti gestionali dell'attività di progettazione e dell'appalto.
La presente Guida costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2459 G).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
0-3	**CEI 0-3**	**Prima**	**1996**

Titolo
Legge 46/90
Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati

Sommario
La presente Guida è stata preparata con lo scopo di fornire alle imprese installatrici di impianti elettrici, elettronici, di antenna televisiva e di protezione contro i fulmini, indicazioni per la compilazione della Dichiarazione di Conformità secondo quanto previsto dalla Legge 46/90.
La Guida riporta dapprima le definizioni relative ai possibili tipi di intervento effettuati dall'impresa installatrice, indirizza quindi l'operatore alla compilazione della Dichiarazione di Conformità ed, in particolare, alla redazione della relazione sulla tipologia dei materiali, all'esecuzione dello schema di impianto realizzato, al numero di copie che devono essere diffuse, nonché alla eventuale relazione sui risultati delle verifiche eseguite prima della messa in esercizio dell'impianto.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
0-3;V1	**CEI 0-3;V1**	**1999**	

Titolo
Legge 46/90
Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati

Sommario
La presente Variante modifica ed integra il testo della Guida CEI 0-3 (1996). In particolare sono stati modificati gli articoli 3.3.2; 3.3.4, 4.4, l'Allegato B, l'Allegato F.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
8-6	**CEI 8-6**	**Prima**	**1998**

Titolo
Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione

Sommario
La Norma si applica ai sistemi di distribuzione pubblica di corrente alternata trifase, a tre o quattro conduttori, aventi tensione nominale compresa tra i 100 V e i 1000 V inclusi, ed alle apparecchiature ad essi collegate. Essa non si applica alle tensioni normali dei componenti e delle parti usate nei dispositivi elettrici e nelle varie apparecchiature.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1312); essa incorpora la Variante pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 3898).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-1	**CEI 11-**	**Nona**	**1999**

Titolo
Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

Sommario
La presente Norma è basata sul documento di armonizzazione CENELEC HD 637 S1 ed integrata con parti delle Norme CEI 11-1, CEI 11-8 e CEI 11-18 preesistenti: essa sostituisce dette Norme.
La presente Norma contiene le prescrizioni generali per la progettazione e per la costruzione di impianti elettrici in sistemi con tensione nominale superiore a 1 kV in c.a. Essa non si applica alla progettazione e costruzione di:
linee aeree e sotterranee tra impianti separati;
ferrovie elettrificate (ad eccezione delle stazioni che alimentano un sistema ferroviario);
apparecchiature e impianti in miniere (ad eccezione di miniere a cielo aperto);
impianti con lampade fluorescenti;
impianti su navi ed impianti off-shore;
apparecchiature elettrostatiche;
sale prova;
apparecchiature mediche quali ad es. apparecchiature a raggi X;
apparecchiature prefabbricate costruite in fabbrica e sottoposte a prove di tipo per le quali esistono norme specifiche.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-4	**CEI 11-4**	**Quinta**	**1998**

Titolo
Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

Sommario
La presente Norma tratta le linee elettriche aeree esterne, ad esclusione delle linee di contatto per trazione elettrica e dei relativi alimentatori in sede. Essa si applica altresí alle linee situate in zone sismiche e tiene luogo integralmente delle disposizioni tecniche ed amministrative di cui alle leggi n. 1684 del 25.11.1962 e n. 64 del 2.2.1974. La presente Norma è stata pubblicata come regolamento di esecuzione della legge 28 giugno 1986, n. 339, con Decreto Ministeriale 21 marzo 1988, sul supplemento della Gazzetta Ufficiale n. 79 del 5 aprile 1988. La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1192); essa incorpora le Varianti V1 e V4 pubblicate precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 1248 V e Fasc. 2724).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-17	**CEI 11-17**	**Seconda**	**1997**

Titolo
Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo

Sommario
La Norma ha lo scopo di dare istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, le verifiche e l'esercizio delle linee di energia in cavo a corrente sia alternata sia continua. Essa si applica agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica e agli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale superiore a 1000 V in c.a. ed a 1500 V in c.c.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1890).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-25	**CEI 11-25**	**Prima**	**1997**

Titolo
Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata

Sommario
La Guida si applica al calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a bassa e media tensione in c.a. e nelle reti trifase ad alta tensione in c.a. con tensione nominale fino a 380 kV a frequenza nominale (50 o 60 Hz).
Per quanto possibile, questa procedura normalizzata viene presentata in modo da poter essere utilizzata da ingegneri non specialisti.
La presente norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1765).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-28	**CEI 11-28**	**Prima**	**1998**

Titolo
Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione

Sommario
La presente Guida descrive un metodo pratico per calcolare le correnti di corto circuito in reti a bassa tensione e precisamente:
- la corrente massima di cortocircuito determinante ai fini delle massime sollecitazioni termiche ed elettromagnetiche sulle apparecchiature e ai fini del potere di interruzione;
- la corrente minima di corto circuito determinante ai fini della taratura delle protezioni.

La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2054 G).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-48	**CEI EN 50110-1**	**Prima**	**1998**

Titolo
Esercizio degli impianti elettrici

Sommario
Il presente documento rappresenta la Norma quadro, e quindi di riferimento, avente valenza europea, per tutti gli aspetti di indirizzo generale inerenti alle operazioni, alle attività lavorative ed alla manutenzione su, con, od in prossimità di impianti elettrici eserciti a livelli di tensione compresi tra la bassissima tensione e l'alta tensione estremi inclusi. Essa non si sostituisce alle Norme CEI attualmente in vigore con valenza legislativa (es. CEI 11-15) ma ne rappresenta un valido riferimento per la loro eventuale modifica (che dovrà avvenire nell'ambito del Ministero del Lavoro) intesa a sgravarle, appunto, di quelle disposizioni che attengono ad indirizzi generali relativi alla sicurezza.
Gli impianti soggetti alla presente Norma sono quelli per la produzione, per la trasmissione, per la trasformazione, per la distribuzione e per l'utilizzazione dell'energia elettrica. La Norma non è stata preparata specificamente per alcuni tipi di impianti quali quelli per:
aeromobili, imbarcazioni, veicoli e sistemi di trazione elettrica;
sistemi di telecomunicazione;
strumentazioni elettroniche, sistemi di controllo e di automazione;
miniere di carbone o di altro genere;
off-shore soggetti alle leggi della Marina Internazionale;
lavori di ricerca elettrica sperimentale.
La Norma si applica per i lavori elettrici e non elettrici quali quelli edili in prossimità di linee elettriche o cavi elettrici sotterranei.
Per una maggiore completezza si consulti anche la Variante 1 (f. 5887) alla Norma CEI 11-1:1999-01, preparata e pubblicata allo scopo di armonizzare tra loro le Norme CEI 11-1; la CEI EN 50110-1 (rif. CEI 11-48), la CEI EN 50110-2 (rif. CEI 11-49) e la CEI 64-8.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
11-48;V1		**2000**	

Titolo
Esercizio degli impianti elettrici

Sommario
Il testo della Variante non interessa la parte europea della Norma: essa riporta in chiaro le deviazioni italiane pubblicate nella CEI EN 50110-2:1998-10.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
12-43	**CEI EN 50083-1**	**Prima**	**1998**

Titolo
Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e sonori
Parte 1: Prescrizioni di sicurezza

Sommario
La Norma riguarda specificamente i requisiti di sicurezza da applicare agli impianti ed alle apparecchiature fissi dedicati principalmente alla ricezione, all'elaborazione ed alla distribuzione di segnali sonori, televisivi e numerici ad essi associati, che utilizzano tutti i possibili mezzi di trasmissione. Essa copre tutti i tipi di impianti come:
- impianti CATV;
- impianti MATV;
- impianti riceventi individuali;

e tutti i tipi di apparecchiature installate in tali impianti.
La Norma non fornisce prescrizioni specifiche relative alla protezione delle apparecchiature usate nell'impianto.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2347 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
12-43;V1	**CEI EN 50083-1/A1/A2**		**1998**

Titolo
Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e multimediali interattivi
Parte 1: Prescrizioni di sicurezza

Sommario
Le presente Variante della Norma CEI EN 50083-1 fornisce le prescrizioni di sicurezza degli impianti di distribuzione via cavo comprese le apparecchiature non solo per i segnali televisivi e sonori, ma anche per i segnali multimediali interattivi.
Essa contiene anche l'aggiornamento delle prescrizioni e l'integrazione della normativa.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-11	**CEI EN 60947-3**	**Quarta**	**2000**

Titolo
Apparecchiatura a bassa tensione
Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili

Sommario
La presente Norma si applica agli interruttori di manovra, ai sezionatori, agli interruttori di manovra-sezionatori e alle unità combinate con fusibili, destinati a circuiti di distribuzione e di alimentazione di motori, la cui tensione nominale non supera 1000 V in corrente alternata o 1500 V in corrente continua.
Essa ha lo scopo di fissare:
- le caratteristiche dell'apparecchiatura;
- le condizioni che l'apparecchiatura deve soddisfare relativamente a funzionamento e comportamento in servizio ordinario e in condizioni anormali, e a proprietà dielettriche;
- le prove per verificare se queste condizioni sono soddisfatte e i metodi da utilizzare per queste prove;
- i dati da riportare sull'apparecchiatura o forniti dal costruttore

La Norma non contiene le prescrizioni addizionali necessarie per apparecchiature elettriche in atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-13/1	**CEI EN 60439-1**	**Quarta**	**2000**

Titolo
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

Sommario
La presente Norma si applica alle apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione soggette a prove di tipo (AS) e parzialmente soggette a prove di tipo (ANS), la cui tensione nominale non sia superiore a 1000 V in corrente alternata con frequenza non superiore a 1000 Hz, oppure a 1500 V in corrente continua. Le sigle AS e ANS sono state mantenute perché ormai entrate nell'uso ordinario. La Norma si applica anche alle apparecchiature, fisse o mobili, con o senza involucro, contenenti equipaggiamenti di comando e/o di potenza le cui frequenze di funzionamento siano più elevate. In questo caso devono essere applicate delle prescrizioni supplementari appropriate. Si applica alle apparecchiature assiemate destinate ad essere utilizzate in unione con equipaggiamenti concepiti per la produzione, la trasmissione, la distribuzione e la conversione dell'energia elettrica e per la protezione e la manovra di dispositivi che utilizzano l'energia elettrica. Si applica anche per apparecchiature assiemate destinate ad essere utilizzate in condizioni speciali di servizio, per esempio su navi, su veicoli su rotaia, su macchine utensili, in apparecchi di sollevamento, oppure in atmosfere esplosive e in applicazioni domestiche (manovrate da persone non esperte) a condizione che le specifiche prescrizioni corrispondenti siano rispettate. I dispositivi singoli e le unità funzionali autonome quali avviatori dei motori, sezionatori con fusibili, apparecchi elettronici, ecc., che sono conformi alle relative norme di prodotto, non sono coperti dalla presente Norma. Il suo oggetto è la formulazione delle definizioni e delle condizioni di servizio, delle prescrizioni costruttive, delle caratteristiche tecniche e delle prove per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-13/2	**CEI EN 60439-2**	**Seconda**	**2000**

Titolo
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione)
Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre

Sommario
La presente Norma si applica ai sistemi di condotti sbarre ed ai loro componenti per l'alimentazione e la distribuzione dell'energia elettrica in edifici residenziali, commerciali, pubblici, agricoli e industriali. Si applica anche ai condotti sbarre che incorporano sistemi di comunicazione e/o controllo o che sono previsti per alimentare sistemi di illuminazione attraverso un'unità di derivazione; non si applica ai sistemi a binario elettrificato conformi alla IEC 60570.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-13/3	**CEI EN 60439-3**	**Prima**	**1997**

Titolo
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso
Quadri di distribuzione (ASD)

Sommario
La presente Norma fornisce prescrizioni supplementari per i quadri di distribuzione con involucro (ASD) fissi, costruiti in serie (AS) per uso all'interno, contenenti dispositivi di protezione e destinati sia alle applicazioni domestiche sia all'applicazione in altri luoghi cui hanno accesso per il loro uso persone non qualificate. Possono essere inclusi anche dispositivi di controllo e/o segnalazione.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1926); essa incorpora la Variante V1 pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 2504 V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-13/4	**CEI EN 60439-4**	**Prima**	**1998**

Titolo
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)

Sommario
La Norma si applica alle apparecchiature assiemate costruite in serie (ASC) progettate per uso nei cantieri, cioè luoghi di lavoro temporanei ai quali il pubblico generalmente non ha accesso e dove si effettuano costruzioni di edifici, installazioni, riparazioni, modifiche o demolizioni di proprietà (edifici) o lavori di ingegneria civile (lavori pubblici) o lavori di scavo o altre operazioni simili. Queste apparecchiature assiemate possono essere trasportabili (semifisse) o mobili.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1892); essa incorpora la Variante V1 (Fasc. 4467) e l'Errata corrige (Fasc. 2370 V) pubblicate in Fascicoli separati.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-13/4;V1	**CEI EN 60439-4/A2**		**2000**

Titolo
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-41	**CEI EN 61095**	**Seconda**	**1998**

Titolo
Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari

Sommario
La presente Norma si applica ai contattori elettromeccanici in aria per usi domestici e similari, i cui contatti principali sono destinati ad essere connessi a circuiti la cui tensione nominale non superi 440 V in corrente alternata con correnti nominali di impiego inferiori o uguali a 63 A, per la Categoria di Utilizzazione AC-7a, e 32 A per la Categoria di Utilizzazione AC-7b, e correnti nominali di cortocircuito condizionale inferiori o uguali a 6 kA.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2261 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-41;V1	**CEI EN 61095/A11**		**1998**

Titolo
Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-45	**CEI EN 60947-5-1**	**Seconda**	**1998**

Titolo
Apparecchiatura a bassa tensione
Parte 5: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra
Sezione 1: Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando

Sommario
La presente Norma si applica ai dispositivi per circuiti di comando e agli elementi di manovra destinati al comando, segnalazione, interblocco ecc., di apparecchiature di manovra e di comando. Essa si applica a dispositivi per circuiti di comando aventi tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. oppure a 600 V in c.c.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-45;V1	**CEI EN 60947-5-1/A1/A2/A12**		**2000**

Titolo
Apparecchiature a bassa tensione
Parte 5-1: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra
Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-53	**CEI EN 60947-5-2**	**Seconda**	**1999**

Titolo
Apparecchiature a bassa tensione
Parte 5: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra
Sezione 2: Interruttori di prossimità

Sommario
La presente Norma si applica agli interruttori di prossimità induttivi e capacitivi, agli interruttori di prossimità a ultrasuoni e agli interruttori di prossimità fotoelettrici. Non sono trattati gli interruttori di prossimità con uscite analogiche.
La presente Norma ha lo scopo di stabilire le definizioni, la classificazione, le caratteristiche, le informazioni sul prodotto, le condizioni di servizio normali, di montaggio e di trasporto, le specifiche di costruzione e di funzionamento e le prove per verificare le caratteristiche nominali.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-53;V1	**CEI EN 60947-5-2/A1**		**2000**

Titolo
Apparecchiature a bassa tensione
Parte 5-2: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra
Interruttori di prossimità

Sommario
La presente Variante contiene un'Errata Corrige che riguarda il solo testo italiano.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
17-70	**CEI 17-70**	**Prima**	**1999**

Titolo
Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione

Sommario
La presente Guida fornisce i criteri per facilitare la corretta applicazione della normativa dei quadri di bassa tensione per uso generale e per applicazioni domestiche o similari. Essa contiene interpretazioni e commenti correlati alle Norme della serie CEI EN 60439 e alla Norma sperimentale CEI 23-51. Gli Allegati alla presente Guida riportano raccomandazioni per l'installazione e l'esercizio, informazioni per le prove individuali e la marcatura CE ed inoltre alcuni dei quesiti posti al CEI con le relative risposte.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-19	**CEI 20-19**	**Terza**	**1990**

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V

Sommario
La presente Norma è conforme ai Documenti di Armonizzazione CENELEC HD 22.1 S2, 22.2 S2, 22.3 S2, 22.4 S2, 22.7 S1 e 22.8 S1, qui riuniti in un solo fascicolo. Si applica ai cavi con isolante a base di gomma o di altro elastomero, aventi tensioni nominali U o /U non superiori a 450/750 V e utilizzabili per installazioni in sistemi a corrente alternata aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-19;V1	**CEI 20-19;V1**		**1992**

Titolo
Variante n. 1

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-19;V2	**CEI 20-19;V2**		**1992**

Titolo
Variante n. 2

Classificazione CEI 20-19/1 | Norma Italiana CEI 20-19/1 | Edizione Quinta | Anno 2000

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 1 :Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma, terza edizione del corrispondente documento di armonizzazione europea, vale per cavi rigidi e flessibili con isolante ed eventuale guaina a base di gomma vulcanizzata, aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V e utilizzabili per impianti in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa norma riguarda le prescrizioni generali.

Classificazione CEI 20-19/2 | Norma Italiana CEI 20-19/2 | Edizione Quinta | Anno 2000

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 2 - Metodi di prova

Sommario
La presente Norma, terza edizione del corrispondente documento di armonizzazione europea, vale per cavi rigidi e flessibili con isolante ed eventuale guaina a base di gomma vulcanizzata, aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V e utilizzabili per impianti in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Essa riguarda i metodi di prova.

Classificazione CEI 20-19/3 | Norma Italiana CEI 20-19/3 | Edizione Quinta | Anno 1997

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 3: Cavi isolati con gomma siliconica resistenti al calore

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 3 di una serie di norme dedicate ai Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. In particolare essa tratta dei cavi isolati con gomma siliconica resistenti al calore.

Classificazione CEI 20-19/3;V1 | Norma Italiana CEI 20-19/3;V1 | Edizione | Anno 1999

Titolo
Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 3: Cavi isolati con gomma siliconica resistenti al calore

Classificazione CEI 20-19/4 | Norma Italiana CEI 20-19/4 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 4: Cavi flessibili

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 4 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa parte tratta dei Cavi flessibili.

Classificazione CEI 20-19/6 | Norma Italiana CEI 20-19/6 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 6: Cavi per saldatrici ad arco

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 6 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa parte tratta dei Cavi per saldatrici ad arco.

Classificazione CEI 20-19/6;V1 | Norma Italiana CEI 20-19/6;V1 | Edizione | Anno 1999

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 6: Cavi per saldatrici ad arco

Classificazione CEI 20-19/7 | Norma Italiana CEI 20-19/7 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 7: Cavi resistenti al calore, per cablaggi interni, per una temperatura massima del conduttore di 110 °C

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 7 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750V. Questa parte tratta dei Cavi resistenti al calore (110 °C)

Classificazione CEI 20-19/8 | Norma Italiana CEI 20-19/8 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 8: Cavi sotto guaina di policloroprene o altro equivalente elastomero sintetico, per catene decorative
La presente Norma rappresenta la Parte 8 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa parte tratta dei Cavi per catene decorative.

Classificazione CEI 20-19/8;V1 | Norma Italiana CEI 20-19/8;V1 | Edizione | Anno 1999

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 8: Cavi sotto guaina di policloroprene o altro equivalente elastomero sintetico, per catene decorative 20-19/9

Classificazione CEI | Norma Italiana CEI 20-19/9 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 9 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa parte tratta dei Cavi unipolari senza guaina per installazione fissa.

Classificazione CEI 20-19/9;V1 | Norma Italiana CEI 20-19/9;V1 | Edizione | Anno 1999

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

Classificazione CEI 20-19/10 | Norma Italiana CEI 20-19/10 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 10 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa parte tratta dei Cavi flessibili in EPR con guaina in poliuretano.

Classificazione CEI 20-19/11 | Norma Italiana CEI 20-19/11 | Edizione Quarta | Anno 1996

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 11 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750V. Questa parte tratta dei Cavi flessibili con isolamento EVA.

Classificazione CEI 20-19/12 | Norma Italiana CEI 20-19/12 | Edizione Prima | Anno 1999

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

Sommario
La presente norma contiene le prescrizioni relative alla parte 12 della serie delle norme CEI 20-19, riguardante le specifiche per i cavi flessibili isolati in EPR resistente al calore o elastomero equivalente.

Classificazione CEI 20-19/13 | Norma Italiana CEI 20-19/13 | Edizione Prima | Anno 1997

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V. Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 13 di un insieme di norme riguardanti i cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa Parte 13 tratta dei cavi unipolari e multipolari con isolante e guaina in mescola reticolata, che presentano la caratteristica di bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi.

Classificazione CEI 20-19/14 | Norma Italiana CEI 20-19/14 | Edizione Prima | Anno 1997

Titolo
Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 14 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con gomma aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Questa parte tratta dei cavi aventi caratteristica di alta flessibilità.

Classificazione CEI 20-20/1 | Norma Italiana CEI 20-20/1 | Edizione Quinta | Anno 2000

Titolo
Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma, terza edizione del corrispondente documento di armonizzazione europea, vale per cavi rigidi e flessibili con isolante ed eventuale guaina a base di polivinilcloruro, aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V e utilizzabili per impianti in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Questa norma riguarda le prescrizioni generali.

Classificazione CEI 20-20/2 | Norma Italiana CEI 20-20/2 | Edizione Quinta | Anno 2000

Titolo
Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 2: Metodi di prova

Sommario
La presente Norma, terza edizione del corrispondente documento di armonizzazione europea, vale per cavi rigidi e flessibili con isolante ed eventuale guaina a base di gomma vulcanizzata, aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V e utilizzabili per impianti in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Essa riguarda i metodi di prova.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/3	**CEI 20-20/3**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa**

Sommario
La presente Norma rappresenta la terza parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
Questa parte riguarda i cavi senza guaina per posa fissa per uso generale e di cavetteria interna.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/4	**CEI 20-20/4**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa**

Sommario
Questo fascicolo rappresenta la quarta parte di una Norma costituita da 9 parti riguardanti i cavi isolati con polivinilcloruro aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V.
In particolare questa parte tratta dei cavi con guaina per posa fissa in cui si forniscono prescrizioni riguardanti la costruzione, le prove e le modalità d'uso di questi cavi.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/5	**CEI 20-20/5**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 5: Cavi flessibili**

Sommario
La presente Norma rappresenta la quinta parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
La Norma tratta i cavi flessibili aventi le seguenti configurazioni:
o piatti con conduttori di similrame
o piatti senza guaina
o sotto guaina (leggera e media) di polivinilcloruro.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/7	**CEI 20-20/7**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 7: Cavi unipolari senza guaina per cavetteria interna, con massima temperatura in servizio continuo di 90 °C**

Sommario
La presente Norma rappresenta la settima parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
La Norma espone le prescrizioni per cavi senza guaina adatti alla cavetteria interna di apparecchiature elettriche.
I cavi in oggetto, destinati al servizio continuo con la massima temperatura di 90 °C, sono suddivisi nelle categorie 300/500 V e 450/750 V.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/8	**CEI 20-20/8**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 8: Cavi unipolari senza guaina per catene decorative**

Sommario
La presente Norma rappresenta l'ottava parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
Questa Norma considera i cavi senza guaina per catene decorative destinate all'uso per ambienti interni.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/9	**CEI 20-20/9**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 9: C avi senza guaina per installazione a bassa temperatura**

Sommario
La presente Norma rappresenta la nona parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
La Norma tratta cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura, distinguendo tra cavi a conduttore rigido e a conduttore flessibile.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/10	**CEI 20-20/10**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 10: Cordoni estensibili**

Sommario
La presente Norma rappresenta la decima parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
La Norma riguarda i fogli di specifica dei cordoni estensibili isolati con polivinilcloruro

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/11	**CEI 20-20/11**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 11: Cavi per apparecchi di illuminazione**

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 11 di un insieme di norme riguardanti i Cavi isolati con polivinilcloruro aventi tensione nominale non superiore a 450/750V. Questa parte tratta dei Cavi per apparecchi di illuminazione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/12	**CEI 20-20/12**	**Quarta**	**1996**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore**

Sommario
La presente Norma rappresenta la dodicesima parte della serie di norme sui cavi in polivinilcloruro con tensione 450/750 V.
La Norma considera i cavi flessibili resistenti al calore, per una temperatura massima di 90 °C, presentanti le seguenti caratteristiche costruttive:
o guaina leggera in PVC
o guaina media in PVC
o guaina ordinaria in PVC.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-20/13	**CEI 20-20/13**	**Prima**	**1997**

Titolo
**Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Parte 13: Cavi Flessibili con guaina di PVC resistenti all'olio con due o piu' conduttori**

Sommario
La presente Norma rappresenta la Parte 13 di un insieme di Norme riguardanti i Cavi isolati con polivinilcloruro aventi tensione nominale non superiore a 450/750 V.
Questa parte tratta dei cavi flessibili con guaina resistente all'olio.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-39/1	**CEI 20-39/1**	**Seconda**	**1999**

Titolo
**Cavi per energia ad isolamento minerale con tensione di esercizio non superiore a 750 V.
Parte 1: Cavi**

Sommario
La presente Norma si applica ai cavi ad isolamento minerale per uso generale con guaina e conduttori in rame, per tensioni di esercizio non superiore a 750 V. Quando richiesto, è previsto un rivestimento esterno anticorrosivo della guaina di rame. Questo rivestimento esterno non è previsto a scopo di isolamento elettrico della guaina metallica. Scopo della Norma è normalizzare cavi a isolamento minerale che siano sicuri ed affidabili se usati in modo appropriato, stabilire le prescrizioni di fabbricazione e le caratteristiche per ottenere quanto sopra e prescrivere i metodi necessari per verificare la conformità a tali prescrizioni.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2706).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-40	**CEI 20-40**	**Seconda**	**1998**

Titolo
Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

Sommario
Questa guida fornisce indicazioni riguardo l'utilizzo dei cavi di bassa tensione sulla base delle condizioni di installazione (sollecitazioni meccaniche, ambientali e di posa) di questi cavi.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
20-45	**CEI 20-45**	**Prima**	**1997**

Titolo
Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV

Sommario
La Norma ha lo scopo di normalizzare cavi che siano sicuri ed affidabili se usati in modo appropriato, di stabilire le caratteristiche e le prescrizioni di fabbricazione che influenzano direttamente o indirettamente la sicurezza e di prescrivere metodi per verificare la conformità alle suddette prescrizioni.
I metodi di prova prescritti sono precisati nel Cap.2 e i tipi particolari di cavo sono specificati nel Cap.3 della Norma.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2313).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-3	**CEI EN 60898**	**Quarta**	**1999**

Titolo
Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari

Sommario
La Norma si applica agli interruttori automatici in aria per il funzionamento a frequenza di rete di 50 o 60 Hz aventi tensione nominale non superiore a 440V (tra le fasi),corrente nominale non superiore a 125A e potere di cortocircuito nominale non superiore a 25000 A. Questi interruttori sono destinati alla protezione contro le sovracorrenti delle condutture elettriche degli edifici e applicazioni similari; sono destinati ad essere usati da persone non addestrate e non devono richiedere manutenzione.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo1550); essa incorpora la Variante V1 (Fasc.1966V), la Variante V2 (Fasc. 2515V) e la Variante V3 (Fasc. 5058), pubblicate precedentemente in Fascicolo separato.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-9	**CEI EN 60669-1**	**Quarta**	**2000**

Titolo
**Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare
Parte 1: Prescrizioni generali**

Sommario
La presente Norma si applica agli apparecchi di comando non automatici, per uso generale, per sola corrente alternata, con tensione nominale non superiore a 440 V e con corrente nominale non superiore a 63 A, e agli usi domestici e similari, sia all'interno che all'esterno, destinati ad essere utilizzati a 50 Hz, salvo specificazione contraria, ed a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C ma occasionalmente sino a 35 °C. La corrente nominale è limitata a 16 A per gli apparecchi con morsetti senza vite.
La presente Norma si applica egualmente alle scatole degli apparecchi, ad eccezione delle scatole da incasso per apparecchi incassati, ed anche ad apparecchi che incorporano lampade indicatrici, apparecchi a comando elettromagnetico a distanza, apparecchi che incorporano un dispositivo temporizzatore, combinazioni di apparecchi ed altre funzioni (esclusi i combinati con fusibili), apparecchi elettronici, apparecchi con uscita per cavo flessibile.
Essa fornisce inoltre le prescrizioni di progettazione e costruzione necessarie per un funzionamento sicuro e le prove di tipo per verificare la conformità degli apparecchi e delle scatole.
La presente Norma annulla e sostituisce l'edizione precedente, Norma CEI EN 60669-1:1996 - fasc. 2864 e CEI EN 60669-1/A2:1998 - fasc. 4687, la quale tuttavia rimane in vigore in parallelo fino al 30 settembre 2005.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-12/1	**CEI EN 60309-1**	**Quarta**	**2000**

Titolo
Spine e prese per uso industriale
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma si applica alle spine, alle prese fisse, ai dispositivi di accoppiamento per cavi e per apparecchi utilizzatori, a tensione nominale non superiore a 690 V c.c. o c.a. ed a 500 Hz c.a. e per correnti nominali non superiori a 250 A, destinate principalmente ad usi industriali, sia all'interno sia all'esterno dei fabbricati, per usi dove la temperatura ambiente è normalmente compresa nel campo da -25 °C a +40 °C.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-12/2	**CEI EN 60309-2**	**Quarta**	**2000**

Titolo
Spine e prese per uso industriale
Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici

Sommario
La Norma si applica alle spine e prese fisse, ai dispositivi di accoppiamento per cavi e per apparecchi con tensione nominale di impiego non superiore a 690 V, 500 Hz, e corrente nominale non superiore a 125 A, destinati principalmente ad usi industriali, sia all'interno che all'esterno.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-19	**CEI 23-19**	**Prima**	**1983**

Titolo
Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa

Sommario
Si applicano ai sistemi di canalizzazione per la distribuzione con tensione nominale non superiore a 380 V, che utilizzano canali portacavi in materiale plastico isolante aventi funzione di battiscopa e di cornici in ambiente ad uso civile. Tale sistema di canalizzazione è inteso a garantire prevalentemente la protezione dei materiali elettrici in esso contenuti.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-19;V1	**CEI 23-19;V1**		**1986**

Titolo
Variante n. 1

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-20	**CEI EN 60998-1**	**Seconda**	**1997**

Titolo
Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La Norma si applica ai dispositivi di connessione, come entità separate, per la connessione di due o più conduttori elettrici in rame, rigidi oppure flessibili. I dispositivi di connessione conformi alla norma non richiedono l'uso di attrezzi speciali, ad eccezione dei dispositivi per le connessioni a cappuccio.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1844); essa incorpora la Variante V1 pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 2570 V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-21	**CEI EN 60998-2-1**	**Seconda**	**1998**

Titolo
Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico e similare
Parte 2-1: Prescrizioni particolari per i dispositivi di connessione come parti separate con unità di serraggio di tipo a vite

Sommario
La presente Norma si applica ai dispositivi di connessione con unità di serraggio del tipo a vite principalmente adatti per il raccordo di conduttori non preparati.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1895); essa incorpora l'Errata corrige pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 1933 V).
La presente Norma viene allineata, attraverso la sua Variante n. 1 del 1999 (fasc. 5078) che introduce le modifiche comuni CENELEC, alla Norma EN 60998-2-1.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-21;V1	**CEI 23-21;V1**		**1999**

Titolo
Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico e similare
Parte 2-1: Prescrizioni particolari per i dispositivi di connessione come parti separate con unità di serraggio di tipo a vite

Sommario
La presente Variante formalizza l'allineamento da parte del CEI alla Norma EN 60998-2-1.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-31	**CEI 23-31**	**Prima**	**1997**

Titolo
Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi

Sommario
La presente Norma si applica ai sistemi di canalizzazione metallici e loro accessori, installati generalmente, direttamente o indirettamente, a soffitto o a parete, per la distribuzione con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1286); essa incorpora la Variante pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 1902 V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-32	**CEI 23-32**	**Prima**	**1997**

Titolo
Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete

Sommario
La presente Norma si applica ai sistemi di canalizzazione di materiale plastico isolante e loro accessori, installati generalmente, direttamente o indirettamente, a soffitto o a parete, per la distribuzione con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1287); essa incorpora la Variante pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 1903 V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-39	**CEI EN 50086-1**	**Prima**	**1997**

Titolo
Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma specifica le prescrizioni e le prove applicabili ai sistemi di tubi ed accessori, inclusi quelli destinati alla protezione e alla sistemazione dei conduttori isolati e/o dei cavi nelle installazioni elettriche o nei sistemi di telecomunicazione fino a 1000 V c.a. e/o fino a 1500V c.c. Si applica ai sistemi di tubi ed accessori metallici, non metallici e composti con le estremità filettate e non filettate. Non si applica agli involucri ed alle scatole di connessione che sono oggetto della Pubblicazione IEC 670. La presente Parte 1 deve essere utilizzata congiuntamente alla relativa Parte 2 per le prescrizioni particolari.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2376 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-42	**CEI EN 61008-1**	**Seconda**	**1999**

Titolo
Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma comprende le definizioni, le prescrizioni e le prove relative a tutti i tipi di interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati. Per l'applicazione ad un tipo specifico, questa parte deve essere utilizzata unitamente alla parte corrispondente come segue:
Parte 2-1: Applicazione delle prescrizioni generali ad interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.
Parte 2-2: Applicazione delle prescrizioni generali ad interruttori differenziali con funzionamento dipendente dalla tensione di rete.
Essa si applica agli interruttori differenziali con funzionamento dipendente o indipendente dalla tensione di rete, per installazioni domestiche e similari, senza sganciatori di sovracorrente incorporati, per tensioni nominali non superiori a 125 A, per impianti fissi destinati essenzialmente alla protezione contro i pericoli di scosse elettriche. Questi dispositivi svolgono la funzione di rivelazione della corrente differenziale, confrontando il valore di questa corrente con quello differenziale di intervento e aprono il circuito protetto quando la corrente differenziale supera quest'ultimo valore.
La presente Norma costituisce la seconda edizione italiana della Norma pari numero (fasc. 2394) ed incorpora le relative Varianti da V1 a V3 (fasc. 4046, 4109, 5106).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-43	**CEI EN 61008-2-1**	**Prima**	**1997**

Titolo
Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete

Sommario
La presente Norma si applica agli interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati (RCCB's) con funzionamento indipendente dalla tensione di rete, per usi domestici e similari, con tensione nominale non superiore a 440V in corrente alternata, corrente nominale non superiore a 125 A, destinati essenzialmente alla protezione contro i pericoli di scosse elettriche.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2395 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-43;V1	**CEI EN 61008-2-1/A11**		**1999**

Titolo
Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.
Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-44	**CEI EN 61009-1**	**Seconda**	**1999**

Titolo
Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario
La presente Norma comprende le definizioni, le prescrizioni e le prove relative a tutti i tipi di interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati. Per l'applicazione ad un tipo specifico, questa parte deve essere utilizzata unitamente alla parte corrispondente come segue:
Parte 2-1. Applicazione delle prescrizioni generali ad interruttori differenziali con funzionamento dipendente o indipendente dalla tensione di rete, per installazioni domestiche e similari, con sganciatori di sovracorrente incorporati, per tensioni nominali non superiori a 440 V in corrente alternata e per correnti nominali non superiori a 125 A e potere di cortocircuito nominale non superiore a 25000 A, per installazioni fisse e funzionamento a 50 Hz o 60 Hz. Questi dispositivi svolgono la funzione di rivelazione della corrente differenziale, confrontando il valore di questa corrente con quello differenziale di intervento e aprono il circuito protetto quando la corrente differenziale supera quest'ultimo valore.
La presente Norma costituisce la seconda edizione italiana della Norma pari numero (fasc. 2396) ed incorpora le relative Varianti da V1 a V4 (fasc. 4039, 4110, 5005, 5107).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-45	**CEI EN 61009-2-1**	**Prima**	**1997**

Titolo
Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.
Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete

Sommario
La presente Norma si applica agli interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati (RCBO's) con funzionamento indipendente dalla tensione di rete, per usi domestici e similari, con tensione nominale non superiore a 440V in corrente alternata , corrente nominale non superiore a 125 A e potere di cortocircuito nominale non superiore a 25000 A, per funzionamento a 50 Hz o 60 Hz.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2397 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-45;V1	**CEI EN 61009-2-1/A11**		**1998**

Titolo

Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-46	**CEI EN 50086-2-4**	**Prima**	**1997**

Titolo

Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

Sommario

La presente Norma specifica le prescrizioni e le prove per i sistemi di tubi interrati inclusi i tubi e gli accessori per la protezione e la sistemazione dei conduttori isolati e/o dei cavi per installazioni elettriche o sistemi di telecomunicazione. Si applica ai sistemi metallici, non metallici e composti incluse le estremità filettate e non filettate.\tI sistemi che sono usati come parte integrante di altri equipaggiamenti, devono essere provati secondo le prescrizioni corrispondenti a questi equipaggiamenti.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2454 E).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-48	**CEI 23-48**	**Prima**	**1998**

Titolo

Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario

La presente Norma si applica agli involucri o a parti di involucri dei dispositivi con tensione nominale non superiore a 440 V, destinati ad installati elettriche fisse per usi domestici e similari, per interni o per esterni. Gli involucri conformi sono adatti ad essere utilizzati, dopo l'installazione, a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C, ma che occasionalmente può raggiungere 35 °C. Ai fini della presente Norma il termine involucri comprende le scatole sporgenti, da incasso e da semi-incasso previste per i componenti elettrici che rientrano nell'oggetto del CT 23, dove la custodia o la placca di copertura può fare parte o meno del componente. Prescrizioni aggiuntive possono essere necessarie per involucri previsti per particolari applicazioni, come ad esempio quelli previsti per ospitare dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, morsettiere ecc. Si applica inoltre alle scatole per il montaggio o la sospensione degli apparecchi di illuminazione. Un involucro che è parte integrante di un apparecchio elettrico a cui fornisce protezione contro le influenze esterne (per esempio urti, ingresso di oggetti solidi o di acqua ecc.), è coperto dalla Norma relativa a tale apparecchio.
La Norma contiene alcune modifiche rispetto alla Pubblicazione IEC di riferimento relative all'impiego di calotte, placche e coperchi il cui fissaggio non necessita l'uso di viti e fornisce inoltre prescrizioni su prove adottate nella prassi italiana . Molte delle modifiche sono contenute nel Pr EN 60670 e non ancora approvate dal CENELEC.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2711).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-49	**CEI 23-49**	**Prima**	**1996**

Titolo

Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile

Sommario

La presente Norma Sperimentale è costituita da un testo nazionale che fornisce le prescrizioni aggiuntive per gli involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed altri apparecchi che dissipano una potenza non trascurabile e che sono utilizzati in installazioni elettriche fisse per uso domestico e similare. Essa deve essere usata congiuntamente alla Norma CEI 23-48 chiamata nel seguito Parte 1.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-50	**CEI 23-50**	**Prima**	**1998**

Titolo

Prese a spina per usi domestici e similari
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario

La presente Norma si applica alle spine ed alle prese fisse o mobili per sola corrente alternata, con o senza contatto di terra, con tensione nominale al di sopra di 50 V, ma non superiore a 440 V e con corrente nominale non superiore a 32 A, destinate agli usi domestici e similari, sia all'interno che all'esterno. La corrente nominale è limitata a 16 A per le prese fisse con morsetti senza vite. Non dà prescrizioni per le scatole da installazione incassate; tuttavia essa dà solo quelle prescrizioni per scatole d' installazioni sporgenti che sono necessarie per le prove sulle prese. Si applica alle spine collegate ai cordoni per connettori, alle spine ed alle prese mobili collegate ai cordoni prolungatori. Si applica, inoltre, alle spine ed alle prese che sono componenti di un apparecchio utilizzatore, a meno che non sia diversamente specificato nelle relative norme dell'apparecchio utilizzatore. Non si applica a: spine, prese, connettori per applicazioni industriali, prese a spina di connettore; spine, prese fisse e portatili per ELV; prese fisse combinate con fusibili, interruttori automatici ecc.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2688).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-51	**CEI 23-51**	**Prima**	**1996**

Titolo

Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Sommario

La presente Norma Sperimentale si applica ai quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare realizzati assiemando involucri vuoti, conformi alla Norma Sperimentale CEI 23-49 con dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
Essa dà le prescrizioni per la realizzazione, la verifica e le prove. Sono inoltre contenuti degli allegati per la verifica dei limiti di sovratemperatura, per la dichiarazione di conformità alla regola dell'arte e alcuni esempi applicativi.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-51;V1	**CEI 23-51;V1**		**1998**

Titolo

Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Sommario

La presente Variante contiene alcune modifiche a chiarimento delle caratteristiche nominali e contiene in aggiunta indicazioni per assicurare la compatibilità elettromagnetica.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-54	**CEI EN 50086-2-1**	**Prima**	**1996**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

Sommario

La presente Norma, da utilizzare congiuntamente alla Norma CEI EN 50086-1 denominata Parte 1 e contenente le prescrizioni generali, fornisce le prescrizioni aggiuntive per i sistemi di tubi rigidi, sia metallici che non metallici, compresi i sistemi di tubi autorinvenenti. In particolare sono date prescrizioni aggiuntive sulla marcatura, sulle dimensioni, sulle prove di verifica delle proprietà meccaniche e termiche. I sistemi di tubi utilizzati come parte integrante di un'altra apparecchiatura devono essere provati anche secondo la norma di questa apparecchiatura.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-54;V1	**CEI EN 50086-2-1/A11**		**1999**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-55	**CEI EN 50086-2-2**	**Prima**	**1996**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

Sommario

La presente Norma, da utilizzare congiuntamente alla Norma CEI EN 50086-1 denominata Parte 1 e contenente le prescrizioni generali, fornisce le prescrizioni aggiuntive per i sistemi di tubi pieghevoli, compresi i sistemi di tubi autorinvenenti. In particolare sono date prescrizioni aggiuntive sulla marcatura, sulle dimensioni, sulle prove di verifica delle proprietà meccaniche, elettriche e termiche e sulle influenze esterne. I sistemi di tubi utilizzati come parte integrante di un'altra apparecchiatura devono essere provati anche secondo la norma di questa apparecchiatura.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-55;V1	**CEI EN 50086-2-2/A11**		**1999**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-56	**CEI EN 50086-2-3**	**Prima**	**1996**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Sommario

La presente Norma, da utilizzare congiuntamente alla Norma CEI EN 50086-1 denominata Parte 1 e contenente le prescrizioni generali, fornisce le prescrizioni aggiuntive per i sistemi di tubi flessibili. In particolare sono date prescrizioni aggiuntive sulla marcatura, sulle dimensioni, sulle prove di verifica delle proprietà meccaniche, elettriche e termiche e sulle influenze esterne.
I sistemi di tubi utilizzati come parte integrante di un'altra apparecchiatura devono essere provati anche secondo la norma di questa apparecchiatura.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-56;V1	**CEI EN 50086-2-3/A11**		**1999**

Titolo

Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-58	**CEI EN 50085-1**	**Prima**	**1997**

Titolo

Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
Parte 1: Prescrizioni generali

Sommario

La presente Norma, prevista per essere utilizzata congiuntamente con le Sezioni della Parte 2, specifica le prescrizioni e le prove per i sistemi di canali e per i sistemi di condotti profilati, destinati all'alloggiamento dei conduttori isolati, dei cavi flessibili ed eventualmente di altri apparecchi elettrici e, se necessario, alla loro separazione, nelle installazioni elettriche e/o nei sistemi di comunicazione, con tensione fino a 1000 V in corrente alternata e/o 1500 V in corrente continua. La presente Norma non si applica ai sistemi di tubi, ai sistemi di passerelle o passerelle a traversini porta cavi, ai sistemi di canalizzazione elettrificata o ai prodotti coperti da altre norme.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-58;V1	**CEI EN 50085-1/A1**		**1999**

Titolo

Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche.
Parte 1: Prescrizioni generali

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-59	**CEI EN 60669-2-3**	**Seconda**	**1998**

Titolo

Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare.
Parte 2: Prescrizioni particolari
Sezione 3: Interruttori a tempo ritardato

Sommario

La presente Norma si applica agli interruttori a tempo ritardato (temporizzatori), con tensione nominale non superiore a 440 V e corrente nominale non superiore a 63 A, destinati alle installazioni elettriche fisse per uso domestico e similare, per interno e per esterno, comandati manualmente e/o a distanza e che sono muniti di un dispositivo a tempo ritardato di tipo meccanico, termico, pneumatico, idraulico o elettrico oppure di un dispositivo che opera con una qualunque di queste combinazioni. Non sono considerati i temporizzatori comprendenti parti con componenti elettronici dei circuiti di comando o di interruzione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-60	**CEI EN 60669-2-1**	**Prima**	**1997**

Titolo

Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare.
Parte 2: Prescrizioni particolari.
Sezione 1: Interruttori elettronici

Sommario

La presente Norma, da utilizzare congiuntamente alla Parte 1, si applica agli interruttori elettronici ed agli elementi periferici elettronici associati, destinati agli impianti elettrici fissi per uso domestico e similare, sia per interno che per esterno. Essa si applica agli interruttori elettronici per comando di circuiti di lampade e per la regolazione della luminosità delle lampade (variatori) o della velocità dei motori (per esempio ventilatori) nonché per altri usi (ad esempio per dispositivi di comando di riscaldamento), con una tensione di funzionamento non superiore a 250 V in corrente alternata ed una corrente nominale non superiore a 16 A. Questa Norma si applica anche agli interruttori elettronici per i quali il comando o la regolazione vengono effettuati agendo su un organo di comando, o su una superficie o un elemento sensibile per mezzo di sfioramento, prossimità, rotazione, di un fenomeno ottico, acustico, termico o di una influenza di altro tipo.
Questa Norma non è destinata ad essere utilizzata per i dispositivi relativi al campo di applicazione della IEC 730 o EN 61058-1.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-60;V1	**CEI EN 60669-2-1/A11**		**1998**

Titolo

Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare.
Parte 2: Prescrizioni particolari.
Sezione 1: Interruttori elettronici

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
23-62	**CEI EN 60669-2-2**	**Prima**	**1998**

Titolo

Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare.
Parte 2: Prescrizioni particolari.
Sezione 2: Interruttori con comando a distanza (RCS)

Sommario

La presente Norma, da utilizzare congiuntamente alla Parte 1 e alla Sezione 1 della Parte 2 quando necessario, si applica agli interruttori con comando a distanza (RCS). La presente Norma si applica agli RCS elettromagnetici con tensione nominale non superiore a 440 V e corrente nominale non superiore a 63 A e agli RCS elettronici con tensione nominale non superiore a 250 V e corrente nominale non superiore a 16 A, destinati agli impianti elettrici fissi per uso domestico e similare, sia per interno che per esterno.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
24-1	**CEI 24-1**	**Settima**	**1997**

Titolo

Simboli letterali da usare in elettrotecnica

Sommario

La presente Norma fornisce informazioni generali sulle grandezze, sulle unità e sui loro simboli letterali e matematici da utilizzare in elettrotecnica.
Essa riporta anche le regole per la scrittura e la stampa di tali simboli e per l'uso di segni complementari (pedici, apici, ecc) con i simboli delle grandezze.
Non esistono riferimenti normativi all'interno della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
31-30	**CEI EN 60079-10**	**Prima**	**1996**

Titolo

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.
Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi

Sommario

La presente Norma stabilisce i criteri essenziali per la valutazione della possibilità di formazione di atmosfera esplosiva e fornisce una guida su grandezze caratteristiche di progetto ed esercizio utilizzabili per ridurre detta possibilità (classificazione dei luoghi pericolosi).
Per quanto attiene alle costruzioni (apparecchi) elettriche da impiegarsi in tali luoghi, essa è utilizzata per la loro corretta scelta ed installazione, rinviando alle relative norme per i requisiti specifici.
Essa sostituisce la Norma CEI 64-2 per quanto si riferisce alla classificazione dei luoghi con presenza, in qualunque stato fisico, di sostanze, esclusi gli esplosivi e le polveri infiammabili, che sotto forma di vapori, gas o nebbie possono determinare con l'aria un'atmosfera pericolosa; in particolare essa sostituisce il Capitolo III - Luoghi di Classe 1 (C1) ed il Capitolo V - Luoghi di Classe 3 (C3).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
31-33	**CEI EN 60079-14**	**Prima**	**1998**

Titolo

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.
Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)

Sommario

La Norma contiene le prescrizioni specifiche per la progettazione, scelta ed esecuzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.
Essa si applica a tutte le costruzioni elettriche ed a tutti gli impianti elettrici indipendentemente dalla tensione e dal fatto che gli stessi siano di tipo permanente, provvisorio, trasportabile, mobile o portatile.
La presente Norma sostituisce la Norma CEI 64-2 per quanto si riferisce ai requisiti degli impianti elettrici nei luoghi con presenza, in qualunque stato fisico, di sostanze che sotto forma di vapori, gas o nebbie, possono determinare con l'aria un'atmosfera pericolosa (in particolare essa sostituisce i Capitoli VI, VII, VIII, IX, XI, XIV). Le parti della Norma CEI 64-2 sostituite dalla presente Norma restano tuttavia contemporaneamente in vigore fino al 30 novembre 1999.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
31-34	**CEI EN 60079-17**	**Prima**	**1998**

Titolo

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)

Sommario

La presente Norma fornisce i criteri operativi da eseguire per l'effettuazione delle verifiche degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas; essa comprende le verifiche iniziali e quelle periodiche ai fini della manutenzione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
31-35	**CEI 31-35**	**Seconda**	**2001**

Titolo

Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas . Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30)
Classificazione dei luoghi pericolosi

Sommario

La presente Guida fornisce indicazioni per l'applicazione corretta della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) mediante una valutazione delle caratteristiche di un ambiente contenente aree pericolose.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
31-35/A	**CEI 31-35/A**	**Seconda**	**2001**

Titolo

Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas.
Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30).
Classificazione dei luoghi pericolosi.
Esempi di applicazione

Sommario

Il presente fascicolo presenta dieci esempi pratici di classificazione di aree pericolose, sulla base delle valutazioni delle caratteristiche di un ambiente, riportate nella Guida CEI 31-35, seconda edizione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
34-21	**CEI EN 60598-1**	**Sesta**	**1998**

Titolo

Apparecchi di illuminazione
Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Sommario

La presente Norma si applica agli apparecchi di illuminazione che utilizzano lampade ad incandescenza, lampade fluorescenti ed altre lampade a scarica, alimentati con tensione non superiore a 1000 V.
Essa indica le prescrizioni generali relative alla classificazione, alla marcatura, alla costruzione meccanica ed elettrica ed alle relative prove.
Si richiama l'attenzione sul fatto che la presente Parte I considera gli aspetti generali della sicurezza (elettrica, termica e meccanica), mentre per la progettazione degli apparecchi di illuminazione si deve fare riferimento alle relative Parti II.
La precedente edizione della presente Norma rimane in vigore fino al 1° dicembre 2002.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
34-21;V1	**CEI EN 60598-1/A1**		**1998**

Titolo

Apparecchi di illuminazione
Parte 1: Prescrizioni generali e prove
Variante n. 1 alla Sesta Edizione

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
34-21;V2	**CEI EN 60598-1/A12/A13**		**1999**

Titolo

Apparecchi di illuminazione
Parte 1: Prescrizioni generali e prove
Variante n. 2 alla Sesta Edizione

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
34-22	**CEI EN 60598-2-22**	**Terza**	**1999**

Titolo

Apparecchi di illuminazione
Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza

Sommario

La presente Norma specifica le prescrizioni per gli apparecchi di illuminazione di emergenza che impiegano sorgenti luminose in circuiti di emergenza con tensioni di alimentazione non superiori a 1000 V.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-2	**CEI 64-2**	**Quarta**	**2001**

Titolo

Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione
Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive

Sommario

Questo fascicolo riguarda i Capitoli della Norma CEI 64-2 che trattano esclusivamente la classificazione dei luoghi e dei relativi impianti elettrici pericolosi per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive.
Esso si è reso necessario in seguito alla pubblicazione delle Norme CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) e CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) che hanno abrogato, rispettivamente dal 1° gennaio 1998 e dal 1° dicembre 1999, i Capitoli della presente norma riguardanti la classificazione dei luoghi pericolosi per la presenza in qualunque stato fisico di sostanze che, sotto forma di vapori, gas o nebbie possono determinare con l'aria un'atmosfera pericolosa.
La presente norma rimarrà in vigore in attesa delle nuove CEI EN sullo stesso argomento, attualmente in preparazione.
Questa Norma è considerata, nonostante le modifiche introdotte, ancora la quarta edizione della Norma CEI 64-2 in quanto ne mantiene la struttura anche se il presente fascicolo si riferisce unicamente ai luoghi in cui il pericolo di esplosione è dovuto alle polveri infiammabili e alle sostanze esplosive.
Una più radicale modifica della struttura sarà effettuata in occasione di una prossima edizione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-2/A	**CEI 64-2/A**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Appendici

Sommario
Fascicolo complementare alla 64-2 contenente prescrizioni relative ai seguenti casi particolari di luoghi pericolosi.
A) Luoghi per ricovero o riparazione autoveicoli.
B) Impianti termici alimentati a gas (soggetti a disposizioni legislative).
C) Impianti fissi di distribuzione di carburanti liquidi.
D) Luoghi per processi di verniciatura e similari.
F) Laboratori chimici per sostanze pericolose.
G) Fognature e impianti di scarico di fluidi pericolosi.
I) Luoghi con presenza di idrogeno per macchine elettriche rotanti.
J) Luoghi di installazione di centrali termiche e analoghi.
L) Impianti frigoriferi ad ammoniaca.
M) Distributori fissi di gas di petrolio liquefatto (GPL) per autotrazione.
P) Luoghi di ricovero, manutenzione, sverniciatura e verniciatura di aeromobili.
Q) Luoghi di produzione, lavorazione e deposito dell'ammoniaca.
S) Impianti fissi di distribuzione di gas naturale compresso (GNC) con densità relativa all'aria non superiore a 0,8.
T) Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte compresa fra 4 e 500 kPa (0,04 e 5 bar).
Il presente fascicolo rappresenta un consolidamento della Norma CEI 64-2/A quarta edizione, esso differisce dal fascicolo n. 1432 in quanto è corretto in conformità alla Errata Corrige (Fascicolo n. 1973V), incorpora l'Appendice T (Fascicolo n.1908 V) ed è aggiornato nei riferimenti legislativi e normativi; contiene inoltre note aggiuntive derivate dalle risposte ai quesiti oggetto dei Fogli di Interpretazione della Norma stessa pubblicati: da F.14 a F.17 nel Fascicolo n. 2674P - da F.24 a F.25 nel Fascicolo n. 2962.
LA PRESENTE NORMA SARÀ ABROGATA DAL 1° SETTEMBRE 2001.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-2/A;Ab	**CEI 64-2/A;Ab**		**2001**

Titolo
Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione. Appendici

Sommario
Questo fascicolo contiene l'informazione che dal 1 settembre 2001 le Appendici della Norma CEI 64-2 sono abrogate in seguito alla pubblicazione della Guida CEI 31-35 e 31-35/A. Per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione negli ambienti oggetto delle Appendici già contenute in questa norma, validi riferimenti possono essere ritrovati negli esempi riportati nella Guida CEI 31-35/A, Appendice GD.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-7	**CEI 64-7**	**Terza**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici di illuminazione pubblica

Sommario
La presente Norma contiene le prescrizioni per l'esecuzione degli impianti elettrici di illuminazione pubblica, intendendo come tali gli impianti gestiti direttamente da un distributore pubblico, da altre autorità pubbliche o da soggetti che operano per conto di esse.
Questa Norma sostituisce la precedente seconda edizione pubblicata nel novembre 1986.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/1	**CEI 64-8/1**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali

Sommario
La presente Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo precisa gli impianti elettrici ai quali la Norma si applica e dove essa non si applica. Essa fissa inoltre i principi fondamentali che un impianto elettrico deve possedere ai fini di una sua corretta progettazione ed esecuzione secondo criteri di sicurezza e funzionalità.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/2	**CEI 64-8/2**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 2: Definizioni

Sommario
La presente Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo contiene le definizioni, necessarie per la comprensione dei requisiti normativi richiesti ad un impianto elettrico, dei termini che ricorrono nel testo della presente Norma.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/3	**CEI 64-8/3**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 3: Caratteristiche generali

Sommario
La presente Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo precisa i requisiti che deve possedere un impianto elettrico in termini di caratteristiche generali, relativamente alla sua configurazione circuitale, alla alimentazione elettrica, alle influenze esterne, alla compatibilità dei componenti elettrici tra di loro ed alle condizioni di manutenzione.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/4	**CEI 64-8/4**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza

Sommario
La Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo fornisce le prescrizioni necessarie a garantire la sicurezza delle persone e dei beni e le prescrizioni relative alla loro applicazione nelle varie situazioni. In particolare vengono trattate le prescrizioni riguardanti la protezione contro i contatti diretti ed indiretti, contro gli effetti termici, contro le sovracorrenti e le prescrizioni riguardanti il sezionamento ed il comando.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/5	**CEI 64-8/5**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Sommario
La Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo fornisce le prescrizioni riguardanti la scelta delle condutture elettriche, le loro modalità di posa e la determinazione delle loro portate, le prescrizioni riguardanti gli impianti di terra e quelle riguardanti la scelta dei dispositivi destinati alla protezione contro i contatti elettrici, contro le sovracorrenti e dei dispositivi di sezionamento e comando.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/6	**CEI 64-8/6**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 6: Verifiche

Sommario
La Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo tratta le verifiche, costituite da esami a vista e da prove, che devono venire eseguite in un impianto elettrico per accertare che, per quanto praticamente possibile, le prescrizioni della Norma siano state rispettate.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/7	**CEI 64-8/7**	**Quarta**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

Sommario
La Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.
Il presente fascicolo tratta le prescrizioni particolari alle quali devono soddisfare gli impianti elettrici realizzati negli ambienti e nelle applicazioni nelle quali è maggiore il rischio elettrico: queste prescrizioni integrano, modificano od annullano le prescrizioni generali delle prime sei parti della presente Norma.
Questo fascicolo deve essere usato congiuntamente agli altri 6 fascicoli della presente Norma.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8;V1	**CEI 64-8;V1**		**2001**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Sommario
Questa Variante contiene modifiche ed aggiornamenti alle diverse parti in cui è suddivisa la Norma CEI 64-8.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-8/7;V2	**CEI 64-8/7;V2**		**2001**

Titolo
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 7: Ambienti e applicazioni particolari
Sezione 710: Locali ad uso medico

Sommario
Questa norma riguarda l'esecuzione dell'impianto elettrico nei locali destinati ad uso medico, quali, principalmente, ospedali, cliniche private, studi medici e dentistici, locali ad uso estetico e locali destinati ad uso medico nei luoghi di lavoro.
Le prescrizioni di questa sezione integrano, modificano o annullano le corrispondenti prescrizioni delle prime sei parti della Norma CEI 64-8.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-11	**CEI 64-11**	**Prima**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici nei mobili

Sommario
La presente Norma si applica agli impianti elettrici collegati alla rete nei mobili o in elementi similari. Essa si applica sia agli impianti realizzati fuori fabbrica (generalmente nel cantiere dove si sviluppa l'impianto elettrico fisso) sia ai mobili o agli elementi similari forniti completi di tali impianti realizzati in fabbrica; non si applica invece agli impianti elettrici di mobili o di elementi similari destinati a far parte della struttura edilizia.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1627).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-12	**CEI 64-12**	**Prima**	**1998**

Titolo
Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

Sommario
La presente Guida è stata elaborata tenendo conto della normativa attualmente in vigore, riguardante gli impianti elettrici utilizzatori, con lo scopo di indicare agli operatori edili ed ai committenti i notevoli vantaggi economici e tecnici che si possono ottenere con un tempestivo e coordinato intervento degli operatori elettrici prima e durante la costruzione delle opere edili, e di fornire agli operatori elettrici informazioni utili per realizzare correttamente i vari interventi.\tA questo scopo vengono:
– ricordati brevemente gli obiettivi e le funzioni degli impianti di terra di protezione, facendo riferimento alle normative in vigore;
– indicati i criteri di base da seguire per la loro progettazione e la loro esecuzione, mettendo in evidenza possibili soluzioni costruttive;
– illustrate le usuali tecniche di verifica;
– messe in evidenza la documentazione tecnica, preliminare e finale, necessaria.
Essa tratta degli impianti di terra di impianti elettrici alimentati da sistemi di I categoria (cioè oltre 50 V fino a 1000 V compresi, se a corrente alternata, o oltre120 V fino a 1500 V compresi, se a corrente continua) e di II categoria (cioè oltre 1000 V se a corrente alternata o oltre 1500 V se a corrente continua, fino a 30000 V compresi) e fornisce informazioni limitatamente alla progettazione ed alla esecuzione dei dispersori, dei conduttori di terra e dei conduttori equipotenziali principali. Si evidenzia inoltre che la Guida non tratta dei sistemi IT, perché di utilizzo limitato a particolari esigenze impiantistiche.
La presente Guida costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Guida pari numero ed edizione (Fascicolo 2093 G).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-13	**CEI 64-13**	**Prima**	**1998**

Titolo
Guida alla Norma CEI 64-4 “Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico”

Sommario
La presente Guida tratta principalmente delle condizioni di sicurezza delle installazioni elettriche nei LOCALI ADIBITI AD USO MEDICO usati, nelle condizioni ambientali specificate nella Norma CEI 64-4, da personale adeguatamente istruito sull'uso corretto e sui pericoli connessi a tali uso. Essa ha lo scopo di spiegare le prescrizioni di sicurezza in maggior dettaglio e di illustrare gli interventi periodici per garantire che gli impianti elettrici siano efficienti. La numerazione , i titoli ed i riferimenti (salvo le figure le tabelle e dove diversamente indicato) sono relativi alla Norma CEI 64-4 (1990): sono riportati solo gli articoli per i quali vengono forniti chiarimenti. Questa Guida è diretta non solo alla realizzazione dell'impianto elettrico, ma anche al suo uso e mantenimento. In particolare il personale medico deve prestare notevole attenzione in quanto gli impianti sono realizzati anche sulla base delle destinazioni d'uso locali e pertanto non tutte le attività mediche possono essere svolte in tutti i locali.
La presente Guida costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Guida pari numero ed edizione (Fascicolo 2403 G).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-14	**CEI 64-14**	**Prima**	**1996**

Titolo
Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

Sommario
Il contenuto della presente Guida fornisce dei criteri da adottare quando si svolgono le attività di verifica degli impianti elettrici utilizzatori. Tenendo conto dei rispettivi ambiti di intervento, la Guida si rivolge sia a verificatori appartenenti a strutture pubbliche di controllo, sia a verificatori privati.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-14;V1	**CEI 64-14;V1**		**2000**

Titolo
Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

Sommario
La presente variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuove ed importanti norme CEI di riferimento che hanno determinato l'aggiornamento di una serie di articoli esistenti.
La Guida è stata eleborata congiuntamente con l'ISPESL, Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-15	**CEI 64-15**	**Prima**	**1998**

Titolo
Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica

Sommario
Questa Norma consente di realizzare ed adeguare gli impianti elettrici negli edifici pregevoli per arte e storia soggetti a tutela e vincoli artisitici legislativi. Gli edifici oggetto della presente norma possono essere di proprietà pubblica o privata.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-17	**CEI 64-17**	**Prima**	**2000**

Titolo
Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri

Sommario
La presente guida intende fornire informazioni relative all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri, mediante consigli ed esempi pratici di installazione di tali impianti elettrici.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-50	**CEI 64-50**	**Terza**	**2001**

Titolo
Edilizia residenziale
Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali

Sommario
La presente guida fornisce informazioni di carattere generale relative alla realizzazione degli impianti elettrici utilizzatori e la predisposizione ed integrazione con l'impianto elettrico, degli impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-51	**CEI 64-51**	**Prima**	**1999**

Titolo
Guida all’esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali

Sommario
La presente Guida fornisce i criteri per l’esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali, sulla base delle prescrizioni della Norma CEI 64-8. Questa Guida è un’integrazione per il campo di applicazione specifico alla Guida CEI 64-50.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64-52	**CEI 64-52**	**Prima**	**1999**

Titolo
Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici

Sommario
La presente Guida intende integrare le informazioni contenute nella Guida CEI 64-50, con informazioni specifiche dedicate agli impianti elettrici da installare negli edifici scolastici.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
70-1	**CEI EN 60529**	**Seconda**	**1997**

Titolo
Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

Sommario
La Norma stabilisce un sistema di classificazione dei gradi di protezione degli involucri per materiale elettrico la cui tensione nominale non supera 72,5 kV.
Essa ha lo scopo di specificare la definizione dei gradi di protezione degli involucri delle apparecchiature elettriche, la designazione di questi gradi di protezione, le prescrizioni per ciascuna designazione e le prove di verifica.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1915E); essa incorpora le Errata corrige pubblicate precedentemente in Fascicoli separati (Fascicoli 2178V e 2690V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
70-1;V1	**CEI EN 60529/A1**		**2000**

Titolo
Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
79-3	**CEI 79-3**	**Seconda**	**1998**

Titolo
Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione

Sommario
La Norma si applica agli impianti di rilevamento e segnalazione di effrazione e di intrusione e ha lo scopo di fornire i criteri da seguire nella progettazione, esecuzione, verifica e manutenzione degli impianti sopra riportati, di stabilirne il livello di prestazione.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2033); essa incorpora la Variante pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 2440 V).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
81-1	**CEI 81-1**	**Terza**	**1998**

Titolo
Protezione delle strutture contro i fulmini

Sommario
La Norma riguarda le modalità di progettazione, esecuzione, verifica e manutenzione dei sistemi di protezione contro i fulmini (LPS) che impiegano organi di captazione ad asta, a funi o a maglia e che sono installati per la protezione di strutture e di quanto (persone, cose, impianti) in esse contenuto o da esse coinvolto. Costituisce la base comune per la realizzazione di LPS nuovi e per la trasformazione radicale di LPS esistenti in strutture civili e industriali ordinarie. Prescrizioni integrative (App.H) possono essere necessarie nel caso di strutture non ordinarie, quali: strutture di notevole altezza (>60 m); strutture pericolose per le zone adiacenti per possibili esplosioni o propagazioni d’incendio; strutture pericolose per l’ambiente per possibile rilascio di sostanze tossiche, radioattive, contaminanti o inquinanti; impianti ed apparecchiature particolarmente suscettibili alle sovratensioni; impianti sportivi (stadi, palasport, ecc.). Prescrizioni particolari possono applicarsi alle strutture provvisorie (ad esempio: cantieri, tende, campeggi, circhi, fiere, ecc.). Non si applica a macchine, apparecchiature e linee, esterne alle strutture, di: sistemi ferroviari; sistemi elettrici di generazione, trasmissione e distribuzione; sistemi di telecomunicazioni e similari; automezzi, natanti, aeromobili e piattaforme petrolifere. Si precisa inoltre che la presente Norma è in vigore dal 02.05.1996.
La presente Norma costituisce la ristampa consolidata, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2697); essa incorpora la Variante V1 pubblicata precedentemente in Fascicolo separato (Fascicolo 2943).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
81-3	**CEI 81-3**	**Terza**	**1999**

Titolo
Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d’Italia, in ordine alfabetico

Sommario
La presente Norma riporta il valore medio del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia. I valori indicati sono necessari ai fini della esecuzione della protezione contro i fulmini di una struttura.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
81-4	**CEI 81-4**	**Prima**	**1996**

Titolo
Protezione delle strutture contro i fulmini
Valutazione del rischio dovuto al fulmine

Sommario
Il contenuto della presente Norma sperimentale fornisce una integrazione alla Norma CEI 81-1 per consentire una completa e corretta valutazione del rischio dovuto ai fulmini che colpiscono una struttura direttamente ed indirettamente, permettendo in questo modo la scelta ottimale delle misure di protezione contro i fulmini da adottare per una specifica struttura.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
81-4;V1	**CEI 81-4;V1**		**1998**

Titolo
Protezione delle strutture contro i fulmini
Valutazione del rischio dovuto al fulmine

Sommario
La pratica applicazione della Norma Sperimentale CEI 81-4 ha reso necessario modificare alcuni articoli della Norma stessa e per i quali è sembrato opportuno predisporre la presente Variante anche prima della scadenza dei tre anni previsti per la validità di una norma sperimentale. In particolare la Variante contiene modifiche agli articoli: 2.1, 2.5.5, 2.6.2.5, 2.7.1, 2.7.4.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
81-5	**CEI EN 50164-1**	**Prima**	**2000**

Titolo
Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC)
Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

Sommario
La presente norma riguarda le prescrizioni e le prove per i componenti che devono essere utilizzati per le connessioni per i sistemi di protezione contro i fulmini.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
100-6	**CEI EN 50083-7**	**Prima**	**1997**

Titolo
Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e sonori Parte 7: Prestazioni dell’impianto

Sommario
La presente Parte della Norma CEI EN 50083 si applica agli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi e di radiodiffusione; in particolare questa Sezione individua i parametri da misurare, ne stabilisce i limiti e indica i procedimenti di misura da seguire per valutare le prestazioni del sistema.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
100-6;V1	**CEI EN 50083-7/A1**		**2000**

Titolo
Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi
Parte 7: Prestazioni dell’impianto

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
100-7	**CEI 100-7**	**Prima**	**1997**

Titolo
Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna per ricezione radiofonica e televisiva

Sommario
Il presente fascicolo rappresenta una guida per l'applicazione delle norme relative agli impianti di ricezione televisiva e sonora.
In esso sono contenuti i requisiti di funzionalità e sicurezza che devono contraddistinguere questi impianti, fornendo calcoli ed esempi di applicazione.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
306-3	**CEI EN 50174-1**	**Prima**	**2001**

Titolo
Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio
Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità

Sommario
La Norma Europea EN 50174 è composta da tre Parti. Tutte e tre le Parti trattano le specifiche, l'installazione e il funzionamento del cablaggio per la tecnologia dell'informazione, con componenti in rame o in fibra ottica. Questi componenti sono combinati per fornire soluzioni di cablaggio conformi alle prescrizioni di progetto della EN 50173 o per soddisfare le prescrizioni di una o più Norme applicative. La presente Parte è destinata ad essere utilizzata come riferimento nei contratti tra gli installatori di cablaggi e i loro clienti. Tuttavia, la gamma di opzioni presentate in molti degli articoli rende impossibile un'unica dichiarazione di conformità. Per questo motivo, la presente Norma dovrebbe essere letta attentamente per assicurare che le prescrizioni in essa contenute siano rispettate quando si richiede la conformità secondo i termini di qualsiasi contratto.

Altre pubblicazioni

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
64	**CEI 64**	**Prima**	**1999**

Titolo
Effetti della corrente attraverso il corpo umano

Sommario
La presente Pubblicazione intende fornire una guida sugli effetti della corrente attraverso il corpo umano da utilizzare nella definizione dei requisiti per la sicurezza elettrica.
La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1335 P).

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
	CEI-UNEL 722		**1987**

Titolo
Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV - n. 4 tabelle.

Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
	CEI-UNEL 35024/1		**1997**

Titolo
Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

Sommario
La presente Norma CEI-UNEL è basata sul Rapporto CENELEC R 064001 (1991) e sostituisce, congiuntamente alla 35024/2, la Tabella CEI-UNEL 35024-70. La Parte 2 della presente Norma riguarda le portate dei cavi a isolamento minerale.

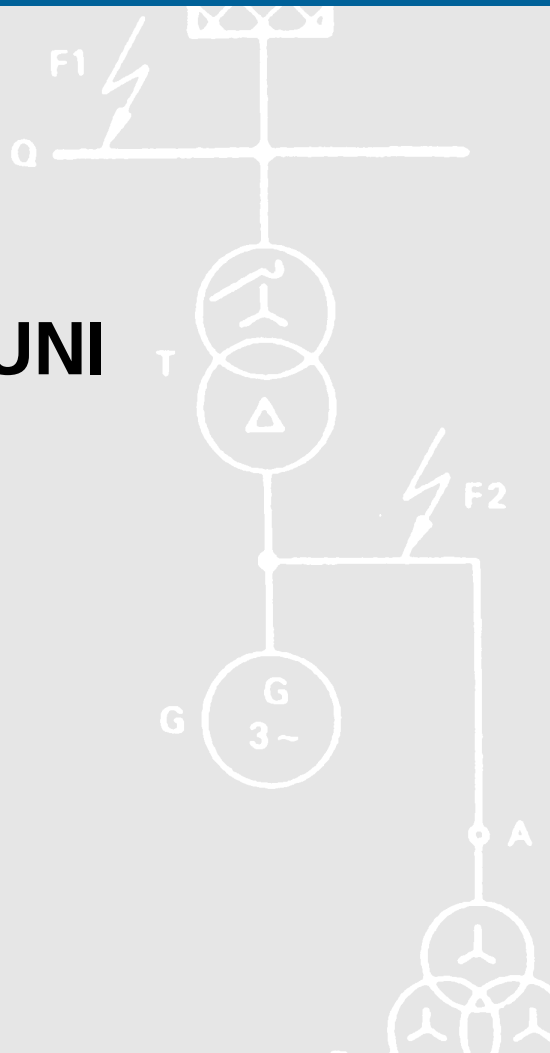
Classificazione CEI	Norma Italiana	Edizione	Anno
	CEI-UNEL 35024/2		**1997**

Titolo
Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

Sommario
La presente Norma CEI-UNEL è basata sul Rapporto CENELEC R 064001 (1991). La Parte 1 della presente Norma riguarda le portate dei cavi ad isolamento elastomerico e termoplastico.

Titolo
Nuovo Manuale di Disegno Elettrotecnico (Edizione 1999) - Documentazione tecnica e segni grafici

Sommario
Il "Nuovo manuale di disegno elettrotecnico. Documentazione tecnica e segni grafici" di Francesco Dal Mas, volume della collana editoriale CEI, ha lo scopo di fornire al progettista, al tecnico e allo studente (futuro progettista), una guida, organizzata per argomenti, attraverso il complesso mondo delle Norme.
L'intento è quello di soddisfare in modo puntuale ed esaustivo il bisogno di informazioni dell'utilizzatore dei prodotti elettrici ed elettrotecnici, in particolare per ciò che attiene al linguaggio simbolico, dando la possibilità di interpretare ed usare le parti utili per il proprio lavoro senza dover incorrere in ambiguità.
Il Manuale raccoglie in modo pratico, evidenziando gli aspetti più essenziali, le Norme tecniche nazionali, internazionali ed europee che servono come base nella preparazione della documentazione elettrotecnica, al fine di renderla razionale, completa e conforme a detta normativa e illustra, anche con esempi, le regole da seguire.
Viene così facilitata la lettura delle informazioni finalizzate alle applicazioni elettrotecniche nonché alla attuazione delle operazioni di esercizio e manutenzione da parte degli utilizzatori.
Il volume è accompagnato da un CD-ROM che raccoglie i segni grafici elementari e composti, ricavati dalla Norma CEI EN 60617 "Segni grafici per schemi", esportabili in ambiente CAD ed utilizzabili nell'attività di progettazione. E' inoltre possibile visualizzare disegni che illustrano le applicazioni pratiche nella progettazione elettrotecnica.

Norme UNI

UNI 10380:1994
Illuminazione di interni con luce artificiale

Lighting - Interior lighting with artificial light

INDICE

SOMMARIO

La presente norma fornisce le prescrizioni relative all'esecuzione, l'esercizio e la verifica degli impianti di illuminazione artificiale negli ambienti interni civili ed industriali, con esclusione di ambienti e zone per cui esistono specifiche normative.
Essa si applica integralmente agli impianti nuovi ed alle trasformazioni radicali degli impianti esistenti.
La norma stabilisce le modalità per scegliere, valutare e misurare le grandezze foto-colorimetriche necessarie per definire le caratteristiche di un impianto di illuminazione artificiale per interni. La misura e la valutazione possono riguardare sia la verifica delle progettazioni illuminotecniche di impianti nuovi sia il controllo dello stato effettivo di impianti di illuminazione esistenti, al fine di ottenere livelli qualitativi omogenei in relazione ai diversi compiti visivi.
La norma non si applica ad aspetti elettrici, acustici e termici legati agli impianti di illuminazione artificiale di interni peri quali si rimanda ad altre norme specifiche.

UNI 10380:1994/ A1:1999

Illuminotecnica - Illuminazione di interni con luce artificiale
Lighting - Interior lighting with artificial light

SOMMARIO

Il presente aggiornamento é stato elaborato dalla Commissione "Luce e illuminazione" dellíUNI, nell'ambito del Gruppo di lavoro "Illuminazione degli ambienti di lavoro e dei locali scolastici".
E' stato esaminato ed approvato dalla Commissione Centrale Tecnica, per la pubblicazione come aggiornamento alla UNI 10380:1994, il 25 marzo 1999.

Apportate modifiche alla UNI 10380:1994 nei seguenti punti:

Punto 3.1. - Illuminamento medio, E_m
Punto 3.2. - illuminamento medio mantenuto, E_n
Punto 3.4. - fattore di manutenzione, M
Punto 3.5. - fattore di decadimento, D
Punto 5.2.1. - Livello di illuminamento medio mantenuto, E_n
Prospetto I - Illuminamento medio di esercizio, E_n, tonalità di colore, gruppo di resa del colore e classe di controllo dell'abbagliamento raccomandati per varie applicazioni
Punto 5.2.1.1. - Illuminamento di esercizio minimo sul posto di lavoro (nei casi non previsti dal prospetto I)
Punto 5.2.2. - Uniformità di illuminamento
Punto 5.2.4.3. - Limitazione dellíabbagliamento riflesso
Punto 5.2.4.4. - Illuminazione di posti di lavoro con videoterminali
Punto 6.2.5.

APPENDICE C

Aggiunto il punto C 6 - Determinazione dellíilluminamento medio e delliuniformit‡ sulla superficie del compito visivo

APPENDICE D Eliminato il punto D 4.

APPENDICE E Eliminata tutta l'appendice.

Inserita la nuova APPENDICE F (informativa) - Fattore di manutenzione M, per impianti a luce diretta o prevalentemente diretta - Valori indicativi

UNI10439:1995

Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato

Illumination technology - Lighting requirements of roads for motorized traffic

SOMMARIO

La presente norma indica i requisiti di quantità e qualità dellíilluminazione stradale per la progettazione, la verifica e la manutenzione di un impianto di illuminazione. Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dellíabbagliamento, guida ottica. Essi sono dati in funzione della classe di appartenenza della strada, la quale E' definita in relazione al tipo ed alla densità del traffico veicolare.

La presente norma si applica a tutte le strade urbane ed extraurbane con traffico sia esclusivamente sia parzialmente motorizzato.

Essa non si applica alla viabilità interna, a parchi, ad aree commerciali riservate ai pedoni, alle strade di particolare rilievo architettonico e a tutti i casi in cui prevalgono esigenze estranee a quelle della circolazione motorizzata. Essa non si applica, inoltre, alle gallerie ed ai sottopassaggi stradali.

INDICE

APPENDICE (normativa) - Verifiche illuminotecniche

A 1. Generalità
A 2. Misure

- A 2.1. Condizioni generali
- A 2.2. Modalità di prova e caratteristiche di impiego degli strumenti di misura
- A 2.3. Misure puntuali di illuminamento
- A 2.4. Valutazione della luminanza media, dei parametri di uniformit‡ e dellíindice, G
- A 2.5. Misura della luminanza velante equivalente L, per la determinazione dellíindice dellíabbagliamento debilitante, TI
- A 2.6. Correzione delle misure

UNI 10671:1998

Apparecchi di illuminazione - Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati- Criteri generali

Luminaires - Measurements of photometric data and presentation of results-General criteria

SOMMARIO

Nelle misurazioni fotometriche di apparecchi di illuminazione, l'affidabilità dei risultati é funzione di determinati requisiti gestionali, organizzativi e di riferibilità metrologica dei laboratori di prova, della qualificazione del personale addetto alle prove e della adeguatezza di locali ed apparecchiature.
Un laboratorio che opera in conformità alla UNI CEI EN 45001 si intende in possesso di tali requisiti.

La presente norma prescrive i criteri generali per la misurazione dei dati fotometrici degli apparecchi di illuminazione, in condizioni di riferimento normalizzate, al fine di assicurare la corretta interpretazione dei risultati e un'adeguata riproducibilità delle misurazioni eseguite da laboratori diversi, nell'ipotesi che il livello minimo di caratterizzazione della ripartizione dell'intensità luminosa dell'apparecchio di illuminazione richieda un'incertezza massima relativa del ± 10% (± 5% del flusso luminoso).
Essa deve essere utilizzata, in modo particolare, quando si intende prescrivere le caratteristiche fotometriche degli apparecchi o fornire dati prestazionali nella fase di progettazione di impianti di illuminazione.

INDICE

UNI 10819:1999

Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

Light and lighting - Outdoor lighting installations - Requirements for the limitation of the upward scattered luminous flux

SOMMARIO

La presente norma tratta le problematiche inerenti la limitazione della dispersione verso il cielo della luce artificiale, argomento oggetto di recenti attività legislative a livello sia nazionale che regionale, di cui si Ë tenuto conto nella stesura della norma stessa.

La norma intende costituire uno strumento tecnico di riferimento sia per i provvedimenti derivanti dalle suddette attività legislative sia per eventuali specifici Piani Regolatori dellíIlluminazione Comunale (PRIC) o altri tipi di Regolamenti Comunali in materia, affinchè tutti gli operatori di settore possano agire secondo procedure unificate in situazioni generali comuni e condivisibili.

La presente norma prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione verso líalto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce ar tificiale anche al fine di non ostacolare líosservazione astronomica.

Essa non considera la limitazione della luminanza notturna del cielo dovuta alla riflessione delle superfici illuminate o a particolari condizioni locali, quali líinquinamento atmosferico.

La presente norma si applica esclusivamente agli impianti di illuminazione esterna, di nuova realizzazione.

Essa non si applica agli impianti di gallerie e di sottopassi, alla segnaletica luminosa di sicurezza ed alle insegne pubblicitarie dotate di illuminazione propria. Non si applica inoltre ad ambiti naturalistici e paesaggistici soggetti a particolari prescrizioni locali e/o a specifiche norme tecniche di futura definizione.

INDICE

Parole Chiave

Selezionare l'argomento di Vostro interesse,
secondo l'elenco alfabetico riportato

Segni Grafici

Tabelle